This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

K-QH
615
L66

UC-NRLF
B 3 419 777

LOCKED
CASE

LOCKED CASE

THE LIBRARY
OF
THE UNIVERSITY
OF CALIFORNIA

PRESENTED BY
PROF. CHARLES A. KOFOID AND
MRS. PRUDENCE W. KOFOID

Untersuchungen

über einige

Ursachen der Säftebewegung

im

thierischen Organismus.

Untersuchungen

über einige

Ursachen der Säftebewegung

im

thierischen Organismus

von

Justus Liebig.

Mit in den Text eingedruckten Holzschnitten.

Braunschweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

1848.

K-QH615
L66
B...
...

Vorrede.

Das vorliegende kleine Werk enthält eine Reihe von Versuchen, welche die Ermittelung des Gesetzes der Mischung zweier durch eine Membran getrennter Flüssigkeiten zum Gegenstande hat; ich wünsche, daß man mein Bestreben nicht verkennen möge, auf experimentellem Wege zu einem näheren Ausdruck der Bedingungen zu gelangen, durch welche die Blut- und Lympfgefäße alle Eigenschaften eines Auffaugungsapparates empfangen.

Die genauere Bekanntschaft mit den Erscheinungen der Endosmose flößte mir im Verfolg dieser Untersuchung die Ueberzeugung ein, daß, neben den Ursachen, wodurch diese bedingt werden, in dem Organismus vieler Thierklassen, weit mächtigere Ursachen der Säftebewegung wirksam sind.

Der Durchgang der verdauten Nahrung durch die Membranen und Häute des Darmkanals und ihr Uebergang in die Blut- und Lympfgefäße, das Austreten der ernährenden Flüssigkeit aus den Blutgefäßen und ihre Bewegung nach den Orten hin, wo ihre Bestandtheile vitale Eigenschaften erlangen, diese beiden Grundphänomene des organischen Lebens können durch ein einfaches Gesetz der Mischung nicht erklärt werden.

Die Versuche, welche ich zu beschreiben habe, dürften

M351833

vielleicht geeignet sein, die Ueberzeugung zu begründen, daß diese organischen Bewegungen großentheils abhängig sind von der Ausdünstung und dem Luftdruck.

Die Wichtigkeit der Haut- und Lungenausdünstung für den normalen Lebensproceß ist zwar, so lange die Heilkunde besteht, von den Aerzten anerkannt, aber das Gesetz der Abhängigkeit des Gesundheitszustandes von der Beschaffenheit der Atmosphäre, dem Feuchtigkeitszustand und dem Druck der Luft ist bis jetzt nur wenig beachtet worden.

Durch meine Untersuchung über die Bestandtheile der Flüssigkeiten des Fleisches und die vorliegende, ist der Druck meiner Thierchemie aufgehalten worden, aber ich hielt mich nicht für berechtigt, vor Erledigung der Fragen, die sich an diese Arbeiten knüpften, mit der Bearbeitung dieses Werkes fortzufahren und hoffe, daß man die lange Verzögerung entschuldigen wird.

Gießen, im März 1848.

Dr. Justus Liebig.

Ueber die Erſcheinungen, welche die Miſchung zweier Flüſſigkeiten begleiten, die durch eine Membran von einander getrennt ſind.

Die Beſtandtheile der Speiſen, welche in dem Verdauungskanal in Auflöſung übergegangen ſind, empfangen damit das Vermögen, einer jeden auf ſie einwirkenden Urſache, wodurch der Ort oder die Lage, in der ſie ſich befinden, geändert wird, zu folgen; ſie gelangen in die Blutkanäle und verbreiten ſich von da aus durch alle Theile des thieriſchen Körpers. Die Bewegung und Verbreitung dieſer Flüſſigkeiten und aller darin gelöſten Subſtanzen iſt, abgeſehen von der mechaniſchen, in der Zuſammenziehung des Herzens gelegenen Urſache, wodurch der Kreislauf des Blutes bewirkt wird, abhängig 1) von der Durchdringlichkeit aller Gefäßwände für dieſe Flüſſigkeiten, 2) von dem Luftdruck und 3) von der chemiſchen Anziehung, welche die verſchiedenartigen Flüſſigkeiten des Thierkörpers zu einander beſitzen. Die Bewegung aller Flüſſigkeiten im Thierkörper wird durch das Waſſer vermittelt. Alle Theile deſſelben enthalten im normalen Zuſtande eine gewiſſe Menge Waſſer.

Die thieriſchen Häute, Sehnen, die Fleiſchfaſer, die knorpeligen Ligamente, die gelben Bänder der Rückenwirbel, die

durchsichtige und undurchsichtige Hornhaut u. s. w. enthalten, frisch aus dem Körper genommen, über die Hälfte ihres Gewichtes an Wasser, welches sie in trockener Luft mehr oder weniger vollständig verlieren.

Von diesem Wassergehalt sind mehrere ihrer physikalischen Eigenschaften abhängig. Die frischen (wasserhaltigen) undurchsichtigen milchweißen Knorpel werden nach dem Austrocknen durchscheinend und nehmen eine röthlich gelbe Farbe an. Die frischen Sehnen sind im hohen Grade biegsam, elastisch, und besitzen einen Seidenglanz, den sie durch Austrocknen verlieren, durch diesen Wasserverlust werden sie überdies hart, hornartig durchscheinend und theilen sich beim Biegen in weißliche Faserbündel. Die frische Sclerotica ist milchweiß, beim Austrocknen wird sie durchsichtig.

Wenn diese Substanzen, nachdem sie durch Austrocknen einen Theil der Eigenschaften, die ihnen im frischen Zustande zukommen, verloren haben, mit reinem Wasser wieder zusammengebracht werden, so nehmen sie in 24 Stunden ihren ganzen Wassergehalt wieder auf und erhalten alle ihre verlorenen Eigenschaften vollkommen wieder. Die durch Austrocknen durchsichtig gewordene Sclerotica wird wieder milchweiß und undurchsichtig, die undurchsichtig gewordene Hornhaut wird wieder durchsichtig, die hornartig hart und durchscheinend gewordenen Sehnen werden wieder biegsam und elastisch, sie erhalten wieder Seidenglanz, das durchsichtig und hornartig gewordene Fibrin und die Ohrknorpel werden wieder milchweiß und elastisch.

Das Vermögen der festen Bestandtheile des thierischen Körpers, Wasser in ihre Substanz aufzunehmen und durchdringlich für Wasser zu sein, erstreckt sich auf alle dem Wasser verwandte, d. h. damit mischbare Flüssigkeiten; im getrock-

neten Zuſtande nehmen ſie Flüſſigkeiten der verſchiedenſten Natur in ſich auf, fette und flüchtige Oele, Aether, Schwefelkohlenſtoff ꝛc. Dieſe Durchdringlichkeit der Thierſubſtanzen für Flüſſigkeiten theilen ſie mit allen poröſen Körpern, und es kann keinem Zweifel unterliegen, daß dieſe Eigenſchaft bedingt wird durch dieſelbe Urſache, welche das in die Höheſteigen der Flüſſigkeiten in engen Röhren oder in die Poren eines Schwammes bewirkt, Erſcheinungen, die man gewohnt iſt, mit dem Namen Capillaritätswirkungen zu bezeichnen. Eine Bedingung der Durchdringlichkeit poröſer Subſtanzen für Flüſſigkeiten (ihres Aufſaugungsvermögens) iſt ihre Benetzbarkeit, oder die Anziehung, welche die Theilchen der Flüſſigkeit und die Wände der Poren zu einander haben, eine zweite iſt die Anziehung, welche ein Flüſſigkeitstheilchen zu dem andern hat. Für die abſolute Größe eines Flüſſigkeitstheilchens (eines Waſſertheilchens) giebt es kein Maaß, es iſt immer unendlich viel kleiner als der meßbare Durchmeſſer irgend einer Röhre, oder der Pore eines poröſen Körpers. Es iſt demnach klar, daß in dem Inneren einer mit einer Flüſſigkeit erfüllten Capillarröhre nur eine gewiſſe Anzahl der Flüſſigkeitstheilchen mit den Gefäßwänden in Berührung ſind und davon angezogen werden, oder Anziehung dafür äußern, in der Mitte der Röhre und von da nach den Wänden hin befinden ſich Waſſertheilchen, die ihren Platz nur durch die Anziehung behaupten, welche die von den Wänden angezogenen gegen die davon nicht angezogenen, oder die Waſſertheilchen gegen die Waſſertheilchen, d. h. durch ihre Cohäſion äußern.

Tropfbare Flüſſigkeiten fließen aus Capillarröhren, die damit angefüllt ſind, nur dann aus, wenn irgend eine andere Kraft oder Urſache wirkſam iſt, weil durch die Capillarität

eine Bewegung über die Grenze des die capillare Thätigkeit bedingenden festen Körpers nicht bewirkt werden kann.

Das Eindringen einer Flüssigkeit in die Poren eines porösen Körpers ist die Folge der Capillarität, das Ausfließen derselben kann bewirkt werden durch einen mechanischen Druck, es kann beschleunigt werden durch die Erhöhung dieses Druckes und durch alle Ursachen, welche die Anziehung der Flüssigkeitstheilchen unter sich und zu den Gefäßwänden vermindern. Die günstigste Bedingung, um durch Druck eine Flüssigkeit durch die Poren einer porösen Substanz durchgehen zu machen, ist, wenn ein Flüssigkeitstheilchen an einem zweiten Flüssigkeitstheilchen hinweggleiten und verschoben werden kann.

Der leichteste Druck reicht hin, um die verschiebbaren Wassertheilchen aus einem Bade-Schwamm herauszupressen, ein größerer Druck ist nöthig, um dasselbe aus Fließpapier, ein weit größerer, um aus nassem Holz Wasser ausfließen zu machen. Von der Kraft, womit poröse organische Substanzen, trockenes Holz z. B., Wasser aufsaugen und festhalten, hat man eine Vorstellung, wenn man sich erinnert, daß durch Einkeilen trockener Holzstücke in passende Einschnitte und Benetzen derselben Felsen zersprengt und gespalten werden können.

Wenn man mit den eben auseinandergesetzten Eigenschaften, welche allen porösen Körpern zukommen, die Eigenschaften der Thiersubstanzen vergleicht, die unter gleichen Umständen an denselben wahrgenommen werden, so ergiebt sich mit Gewißheit, daß sie in gewissen Richtungen Poren haben, wiewohl Oeffnungen von so großer Feinheit, daß sie durch die besten Mikroskope an den meisten Geweben nicht mehr wahrnehmbar sind.

Es iſt erwähnt worden, daß Sehnen, Bänder, Knorpel ꝛc. im friſchen Zuſtande eine gewiſſe, nach allen Verſuchen, welche darüber angeſtellt ſind, unveränderliche Menge Waſſer enthalten, und daß von dieſem Waſſergehalt mehrere ihrer Eigenſchaften abhängig ſind (Chevreul). Wenn dieſe Subſtanzen, mit Fließpapier umgeben, einem ſtarken Drucke unterworfen werden, ſo tritt eine gewiſſe Menge von dieſem Waſſer aus. Friſche und geſchmeidige Sehnen verlieren unter dieſen Umſtänden 37,6 pCt., die gelben Bänder der Rückenwirbel 35 pCt. Waſſer. Dieſer Eigenſchaft, durch Druck Waſſer abzugeben, begegnen wir nur bei poröſen Subſtanzen; es iſt klar, daß nur diejenige Waſſermenge durch Druck (in Folge der Verkleinerung der Poren) ausgepreßt werden kann, welche durch chemiſche Anziehung nicht feſtgehalten iſt. Im hohen Grade bemerkenswerth iſt, daß dieſes nicht gebundene Waſſer an den Eigenſchaften, welche dieſe Subſtanzen in friſchem Zuſtande zeigen, den größten Antheil zu haben ſcheint, denn die gepreßten Sehnen und die gelben Bänder werden durchſichtig, die erſteren verlieren ihre Biegſamkeit, die anderen ihre Elaſticität; werden ſie wieder in Waſſer gelegt, ſo nehmen ſie dieſe Eigenſchaften vollkommen wieder an. In den Poren einer poröſen Subſtanz ſind die Flüſſigkeitstheilchen von zweierlei Anziehung feſtgehalten, durch die Affinität einerſeits, welche zwiſchen den Wänden der Poren und den ungleichartigen Waſſertheilchen thätig iſt, und durch die Cohäſion, welche zwiſchen den Waſſertheilchen ſelbſt wirkt. Es ſcheint, als ob die Waſſertheilchen in einen ungleichen Zuſtand hierdurch verſetzt werden, welches die Urſache der Verſchiedenheit der Eigenſchaften der genannten Thierſubſtanzen bei ungleichem Waſſergehalt zu ſein ſcheint.

Wenn die weite Oeffnung der Röhre *A*, Fig. 1., mit einer Blase überbunden, bis an den Strich *a* mit Wasser angefüllt und in die senkrechte engere Röhre Queckſilber gegoſſen wird, ſo ſieht man, wenn die Queckſilberſäule eine gewiſſe Höhe erreicht hat, die ganze Oberfläche der Blaſe mit feinen Tröpfchen ſich bedecken, welche, wenn der Druck des Queckſilbers um einige Linien erhöht war, zu größeren Tropfen ſich vereinigen, die unausgeſetzt ausfließen, wenn man das Queckſilber durch Nachgießen auf derſelben Höhe erhält, bis zuletzt der weite Theil der Röhre von allem Waſſer entleert und mit Queckſilber gefüllt iſt.

Fig. 1.

Salzwaſſer, fettes Oel, Alkohol u. ſ. w. verhalten ſich dem Waſſer völlig gleich, unter einem gewiſſen Drucke fließen dieſe Flüſſigkeiten durch eine thieriſche Membran, in ganz gleicher Weiſe wie Waſſer durch ein Filter von Papier.

Der Druck, welcher erforderlich iſt, um dieſe tropfbaren Körper durch die Poren der Thierſubſtanz durchfließen zu machen, iſt abhängig von der Dicke der Membran und der chemiſchen Natur der verſchiedenen Flüſſigkeiten.

Durch eine Ochſenblaſe von $\frac{1}{10}$ Linie Dicke fließt Waſſer unter einem Drucke von 12 Zoll Queckſilber, eine geſättigte Kochſalzlöſung bedarf eines Druckes von 18 — 20 Zoll, Oel (Knochenöl) fließt aus bei 34 Zoll. Unter einem Drucke von 48 Zoll fließt Alkohol durch eine Blaſe von der angegebenen Dicke noch nicht aus.

Durch den Bauchfellüberzug einer Ochſenleber von $\frac{1}{20}$

Linie Dicke fließt Wasser bei einem Drucke von 8 — 10 Zoll, Salzwasser bei 12 — 16 Zoll und Oel bei 22 — 24 Zoll, Alkohol bei 36 — 40 Zoll Queckſilber aus.

Durch den Bauchfellüberzug einer Kalbsleber von $^1/_{166}$ Linie Dicke fließt Wasser durch den Druck einer Waſſerſäule von 4 Zoll, Salzwasser unter dem Drucke einer Salzwaſſerſäule von 8 — 10 Zoll, Oel unter einem Drucke von 3 Zoll Queckſilber aus.

Bei der Anſtellung dieſer Verſuche beobachtet man, daß bei längerer Dauer derſelben der Druck, welcher nöthig iſt, um die Flüſſigkeit durch die Haut gehen zu machen, ſich nicht gleich bleibt. Wenn in den erſten ſechs Stunden hierzu ein Druck von 12 Zoll Queckſilber erforderlich war, ſo reichen nach 24 oder 36 Stunden 8, oft ſchon 6 Zoll Queckſilber hin, um durch dieſelbe Haut Waſſer hindurch zu treiben, offenbar weil durch die lange Berührung mit Waſſer die Haut eine Veränderung erfährt, in Folge welcher die Poren erweitert werden.

Aus dieſen Verſuchen erhellt, daß die Filtrirbarkeit einer Flüſſigkeit durch eine thieriſche Membran mit der Beweglichkeit der Flüſſigkeitstheilchen nicht im Verhältniß ſteht; bei demſelben Drucke, bei welchem Waſſer, Salzwaſſer und Oel durch die Blaſe gehen, fließt der leichter bewegliche Alkohol noch nicht durch.

An dem Durchgangsvermögen einer Flüſſigkeit durch eine thieriſche Haut hat die Benetzbarkeit der Thierſubſtanz und ihr Abſorptionsvermögen für dieſe Flüſſigkeiten einen gewiſſen Antheil.

Was das letztere betrifft, ſo giebt die folgende Tabelle hierüber Aufſchluß:

100 Gewichtstheile trockener Ochsenblaſe nehmen in 24 Stunden auf:

reines Waſſer	268	Vol.
mit Kochſalz geſättigtes Waſſer (1,204 ſpec. Gew.)	133	»
Weingeiſt von 84 Proc.	38	»
Knochenöl	17	»

100 Gewichtstheile Ochſenblaſe in 48 Stunden:

reines Waſſer	310	Gewthle.
v. ein. Miſchg. v. 1/3 Waſſer u. 2/3 Salzwaſſer	219	»
» » » » 1/2 » » 1/2 »	235	»
» » » » 2/3 » » 1/3 »	288	»
» » » » 1/2 Alkohol » 1/2 Waſſer	60	»
» » » » 1/3 » » 2/3 »	181	»
» » » » 1/4 » » 3/4 »	290	»

100 Theile trockener Schweineblaſe nehmen auf in 24 Stunden:

reines Waſſer	356	Volumthle.
mit Kochſalz geſättigtes Waſſer	159	»
Knochenöl	14	»

Aus dieſen Verſuchen ergiebt ſich, daß das Abſorptionsvermögen der thieriſchen Membranen für verſchiedenartige Flüſſigkeiten ſehr ungleich iſt; unter allen wird reines Waſſer in größter Menge aufgenommen, und es vermindert ſich das Abſorptionsvermögen derſelben für Salzwaſſer in einem gewiſſen Verhältniſſe, wie der Salzgehalt zunimmt. Ein ähnliches Verhalten zeigen die thieriſchen Membranen gegen Alkohol, eine Miſchung von Alkohol und Waſſer wird in um ſo größerer Menge aufgenommen, je weniger Alkohol ſie enthält*).

*) In dieſer Eigenſchaft unterſcheiden ſich die Membranen in keiner Weiſe von anderen Thierbeſtandtheilen, ſowie dies längſt von Chevreul dargethan iſt. Dieſer ausgezeichnete Naturforſcher fand

Weder durch Alkohol noch durch Oel empfangen die thierischen Membranen die Eigenschaften, die sie in mit Wasser gesättigtem Zustande zeigen; eine trockene Blase bleibt in Alkohol und Oel hart und spröde, ihre Biegsamkeit wird durch die Aufnahme dieser Flüssigkeiten in keiner Weise erhöht. Werden die mit Oel gesättigten Sehnen, gelben Bänder der Rückenwirbel, Ligamente (Chevreul) und Blase in Wasser gelegt, so tritt das Oel vollkommen aus und sie nehmen dieselbe Menge Wasser auf, wie wenn sie vorher mit Oel nicht in Berührung gekommen wären.

Es ist erwähnt worden, daß 100 Thle. thierische Membran (Ochsenblase) in 24 Stunden 268, in 48 Stunden 310 Vol. Wasser und nur 133 Vol. gesättigtes Salzwasser absorbiren; es folgt hieraus von selbst, daß, wenn die durch 48stündige Berührung mit Wasser gesättigte (und mit Fließpapier ohne Pressung wohl abgetrocknete) Blase mit Kochsalz bestreut wird, an allen Punkten, wo Salz mit dem die offenen Poren erfüllenden Wasser in Berührung kommt, eine gesättigte Salzlösung entsteht, deren Salzgehalt sich gleichmäßig in das Wasser der Blase vertheilt. Von den 310 Vol. Wasser, die sich mit Salz sättigen, werden nur 133 in der Blase zurückgehalten, und in Folge dieser gerin-

---

in 24 Stunden von den folgenden Thiersubstanzen an Wasser, Salzwasser und Oel absorbirt:

	CC^m Wasser	CC^m Salzwasser	Oel
100 Gr. Ohrknorpel	231	125	—
100 » Sehnen	178	114	8,6
100 » gelbe Bänder . . .	148	30	7,2
100 » Hornhaut	461	370	9,1
100 » knorpelige Ligamente .	319	—	3,2

100 Gr. trockenes Fibrin absorbirt 301 Wasser und 148 Weingeist von 69 Proc. (J. L.)

100 » » » » 184 Gewichtstheile oder 154 Volumtheile Salzwasser.

geren Absorptionsfähigkeit der Blase für das Salzwasser treten 177 Vol. Flüssigkeit aus, welche in Tropfen davon abfließt.

In ganz gleicher Weise verhalten sich Membranen, ein Stück Muskelfleisch, Fibrin, gegen Alkohol. In frischem oder mit Wasser durchdrungenem Zustande in Alkohol gelegt, entstehen an allen Punkten, wo sich Wasser und Alkohol in der Thiersubstanz berühren, Mischungen von beiden, und da die Thiersubstanz von einer alkoholhaltigen Flüssigkeit weit weniger absorbirt, als von reinem Wasser allein, so tritt mehr Wasser aus, als Alkohol ein.

9,17 Grm. mit Wasser gesättigter Blase (worin 6,95 Wasser und 2,22 Grm. trockene Substanz) werden, in 40 Cubikcentimeter Alkohol gelegt, in 24 Stunden zu 4,73 Grm. und verlieren mithin an Gewicht 4,44 Grm. In den 4,73 Grm., welche bleiben, sind 2,22 Grm. feste Substanz und 2,51 Grm. Flüssigkeit enthalten. Nimmt man an, daß die letztere dieselbe Zusammensetzung habe, wie die Flüssigkeit außerhalb (84 Alkohol und 16 Wasser), nämlich 2,11 Alkohol und 0,40 Wasser, so sind von den ursprünglich darin enthaltenen 6,95 Grammen Wasser 6,45 Grm. aus- und 2,11 Grm. Alkohol eingetreten. Für 1 Vol. Alkohol, welcher in die Blase eintrat, sind demnach etwas über 3 Vol. Wasser ausgetreten.

Indem in diesem Falle weit mehr Wasser austritt, als Alkohol aufgenommen wird, so ist die nächste Folge ein Zusammenschrumpfen der Thiersubstanz*).

---

*) Fibrin und andere Thiersubstanzen verhalten sich der Ochsenblase ganz gleich; 26,02 Grm. mit Wasser gesättigtes Fibrin (worin 6,48 feste Substanz und 19,54 Wasser) wurden in 45 Grm. absolutem Alkohol zu 16,12 Grm., verlieren mithin an Gewicht 9,90 Grm. Angenommen, die absorbirt gebliebene Flüssigkeit besäße denselben

Wenn die thieriſche Blaſe von Salzwaſſer und reinem Waſſer oder von Alkohol und Waſſer gleichviel dem Raume nach in ſich aufnehmen, d. h. abſorbiren könnte, ſo würde beim Beſtreuen einer mit Waſſer geſättigten Blaſe mit Kochſalz, oder beim Zuſammenbringen derſelben mit Alkohol das Volum der abſorbirten Flüſſigkeit ungeändert bleiben müſſen, es würde von der Thierſubſtanz ein gleiches Volum Salzwaſſer oder einer Miſchung von Waſſer und Alkohol zurückgehalten werden; da aber die Abſorptionsfähigkeit der Thierſubſtanzen für Waſſer durch Zuſatz von Kochſalz oder Alkohol zu dem Waſſer vermindert wird, ſo folgt hieraus von ſelbſt, daß eine gewiſſe Menge Waſſer austreten muß, ſobald es durch Aufnehmen von einem dieſer Körper in ſeiner Beſchaffenheit verändert wird.

Das Verhalten von mit Waſſer durchdrungener Blaſe, von Fibrin und anderen Thierſubſtanzen gegen Alkohol und Salzwaſſer beweiſt, daß das Zuſammenſchrumpfen (die Volumabnahme) derſelben nicht auf einer einfachen Waſſerentziehung in Folge der Affinität des Alkohols und Salzes beruht, denn es iſt vollkommen gewiß, daß die Anziehungen des Alkohols zum Waſſer und die des Waſſers zum Alkohol einander ganz gleich ſind. Die Anziehung des Waſſers innerhalb der Thierſubſtanz zum Alkohol außerhalb iſt eben ſo ſtark, wie die Fähigkeit des Alkohols außerhalb, ſich mit dem Waſſer innerhalb zu verbinden. Es tritt weniger Alkohol ein und mehr Waſſer aus, weil die Thierſubſtanz weniger Anziehung zu der Miſchung von Alkohol und Waſſer, als zu dem Waſſer allein beſitzt. Der Alkohol außerhalb wird

---

Alkoholgehalt wie die andere (70 Proc.), ſo ergiebt ſich, daß für 1 Volum Alkohol, welches in die Subſtanz des Fibrins aufgenommen wird, nahe an 2½ Vol. Waſſer ſich abſcheiden.

wasserhaltig, dem Wasser innerhalb mischt sich eine gewisse Menge Alkohol bei, und dieser Austausch findet erst dann eine Grenze, wenn die Anziehungen des Wassers zur Thiersubstanz und zum Alkohol sich im Gleichgewichte befinden.

Wenn wir uns ein Stück Haut oder Blase oder Fibrin aus einem System von Capillarröhren zusammengesetzt denken, so sind die Poren oder die feinen Röhren in frischem Zustande mit einer wässerigen Flüssigkeit angefüllt, welche durch Capillarwirkung am Ausfließen gehindert ist.

Es findet aber ein Ausfließen aus diesen Capillarröhren Statt, wenn die sie erfüllende Flüssigkeit durch Aufnahme von Kochsalz, Alkohol oder anderen Körpern in ihrer Zusammensetzung geändert wird.

Legt man zwei Stücke mit Salzwasser von 1,204 spec. Gew. gesättigter Blase auf einander und auf das oberste ein gleich großes Stück Blase, welches mit Wasser gesättigt ist, und läßt sie ohne weitere Pressung einige Minuten auf einander liegen, so bemerkt man alsdann, wenn die beiden mit Salzwasser getränkten Blasenstücke auseinander genommen werden, daß sich zwischen denselben tropfbares Salzwasser befindet, von dem man vorher keine Spur wahrnahm. Wenn das mit Wasser gesättigte Blasenstück 5 Vol. Wasser, das zunächstliegende mit Salzwasser gesättigte 3 Vol. Salzwasser enthielte, so müßten nach der Mischung beider 8 Vol. verdünntes Salzwasser entstehen, von denen jedes Blasenstück die Hälfte, nämlich 4 Vol., enthalten müßte, wenn das Aufsaugungsvermögen des mit Salzwasser getränkten Stückes durch Aufnahme von Wasser in eben dem Verhältniß zunähme, als das andere an dieser Fähigkeit durch Aufnahme von Salz verliert. Die salzhaltige Flüssigkeit würde $1\frac{1}{2}$ Vol.

Salzwasser an die andere abgegeben und 2½ Vol. Wasser von derselben empfangen haben. In diesem Falle würde die Mischung in den beiden Blasenstücken denselben Raum einnehmen, den ihre Gemengtheile (Wasser und Salzwasser) in jedem einzelnen einnahmen. Das Ausfließen der Flüssigkeit nach dem dritten mit Salzwasser gesättigten Blasenstück hin beweist aber, daß die beiden darüberliegenden Blasenschichten von der in ihren Poren neu entstehenden Mischung von Salzwasser und Wasser weniger dem Volum nach aufnehmen, als das eine Blasenstück von Wasser, das andere von Salzwasser allein absorbirt. Die Fähigkeit, Wasser zurückzuhalten, nimmt durch Hinzutreten von Salz zu dem mit Wasser getränkten Blasenstück ab, es tritt Flüssigkeit aus, aber durch das Hinzutreten dieses Wassers zu dem mit Salzwasser gesättigten Blasenstück nimmt das Absorptionsvermögen dieses Stückes nicht in demselben Verhältniß, in welchem sich der Salzgehalt verringert, zu, sondern in einem kleineren.

Die beschriebenen Versuche zeigen, daß die Anziehung der porösen Thiersubstanz zu dem absorbirten Wasser die Mischung dieses Wassers mit anderen Flüssigkeiten nicht hindert.

Die Durchdringlichkeit der Thiersubstanzen von Flüssigkeiten aller Art und die Mischbarkeit der aufgesaugten Flüssigkeiten mit anderen, die mit der Thiersubstanz in Berührung gebracht werden, läßt sich durch die einfachsten Versuche darthun.

Benetzt man die eine Seite einer dünnen Membran mit Blutlaugensalz und die entgegengesetzte mit Eisenchloridlösung, so sieht man in der Substanz der Blase augen-

blicklich einen blauen Fleck von abgeſchiedenem Berlinerblau (Joh. Müller) entſtehen.

Alle Flüſſigkeiten, die beim Zuſammenmiſchen eine Veränderung in ihrer Natur oder ihrer Beſchaffenheit erleiden, verhalten ſich, wenn ſie durch eine thieriſche Haut getrennt ſind, auf ganz ähnliche Weiſe, ſie miſchen ſich in den Poren der Haut, in der Subſtanz der Haut nimmt die Zerſetzung ihren Anfang.

Wenn man das eine Ende einer cylindriſchen Glasröhre mit einer Blaſe überbindet und bis zu einer Höhe von 3 — 4 Zoll mit reinem Waſſer oder mit einer geſättigten Kochſalzlöſung anfüllt, ſo fließen unter dieſem ſchwachen Drucke weder das Waſſer, noch das Salzwaſſer durch die Poren der Blaſe aus.

Ueberläßt man die mit Salzwaſſer gefüllte Röhre der Verdunſtung an der Luft, ſo bedeckt ſich die der Luft zugekehrte Seite ſehr bald mit Salzkryſtallen, welche allmälig zu einer dicken Kruſte anwachſen. Es iſt offenbar, daß die Poren der Blaſe ſich mit Salzwaſſer anfüllen: an der Seite, welche der Luft zugekehrt iſt, verdunſtet das Waſſer, ſein Platz wird eingenommen durch nachdringendes Salzwaſſer, und das aufgelöſt geweſene Salz ſetzt ſich an den äußeren feinen Oeffnungen der Poren in Kryſtallen ab (ſ. S. 32). Gießt man in die Röhre verdünntes Salzwaſſer, ſo bildet ſich an der äußeren Seite der Blaſe nicht eher eine Salzkruſte, als bis das Waſſer innerhalb der Röhre das Maximum der Sättigung erreicht hat. Ehe dies geſchieht, nimmt man in der Röhre, wenn die Flüſſigkeit in Bewegung geſetzt wird, zwei Schichten wahr, eine ſchwerere und eine leichtere, welche auf der andern ſchwimmt; ſobald ſich dieſe Schichten nicht mehr zeigen, ſo iſt die Flüſſigkeit in allen Theilen mit Salz geſättigt,

und es setzen sich jetzt außerhalb der Blase durch weitere Verdunstung Salzkrystalle ab. Dieses letztere Verhalten zeigt, daß sich der Salzgehalt von unten nach oben, von der specifisch schwereren nach der specifisch leichteren hin, gleichförmig verbreitet.

Taucht man die mit Blase verschlossene und mit Salzwasser gefüllte Röhre in reines Wasser, so erhält dasselbe die Eigenschaft, durch salpetersaures Silberoxyd getrübt zu werden, selbst wenn die Berührung nur einen Bruchtheil einer Secunde gedauert hat; das die offenen Poren der Membran erfüllende Salzwasser mischt sich mit reinem Wasser, das letztere empfängt eine gewisse Menge Salz.

In gleicher Weise empfängt das reine Wasser Salz, wenn die Röhre statt des Salzwassers mit reinem Wasser gefüllt und die äußere Oberfläche der feuchten Blase mit Salzwasser in Berührung gebracht wird.

Wenn die mit Blase verschlossene und mit Salzwasser angefüllte Röhre längere Zeit mit reinem Wasser in Berührung gelassen wird, so nimmt der Salzgehalt der letzteren zu, der Salzgehalt des Salzwassers nimmt ab, bis zuletzt die Flüssigkeiten, welche durch die Blase getrennt sind, einerlei Verhältniß Salz und Wasser enthalten.

Füllt man die mit Blase verschlossene Röhre mit anderen Flüssigkeiten an, welche eine von dem reinen Wasser durch einen Gehalt von fremden Substanzen verschiedene Beschaffenheit besitzen und die damit mischbar sind, so geht die Mischung beider wie zwischen Kochsalz und Wasser vor sich. In dieser Weise verhalten sich Salzlösungen aller Art, Galle, Milch, Harn, Blutserum, Zucker-, Gummi-Lösung ꝛc. auf der einen Seite und reines Wasser auf der andern. Die concentrirte

Flüssigkeit verliert, die verdünnte gewinnt an salzigen Bestandtheilen.

Füllt man die Röhre mit Wasser und stellt sie in ein Gefäß mit Alkohol, so empfängt das Wasser Alkohol und der Alkohol wird wasserhaltig.

Man beobachtet unter diesen Umständen, wo zwei ungleichartige Flüssigkeiten, durch eine Membran getrennt, sich mit einander mischen, eine Erscheinung besonderer Art; es zeigt sich nämlich in den meisten Fällen während der Zeit der Mischung eine Aenderung in dem Volum der beiden Flüssigkeiten; die eine nimmt an Volum zu, sie steigt, die andere nimmt in gleichem Grade an Volum ab, sie fällt.

Es ist dieser Vorgang der Mischung, welche von einer Volumänderung begleitet ist, von Dutrochet mit den Namen Endosmose und Exosmose bezeichnet worden. Endosmose bezeichnet die Thatsache der Volumzunahme, Exosmose die der Volumabnahme der Flüssigkeiten. Sehr häufig verbindet man mit diesen Namen den Begriff der unbekannten Ursachen oder der Ursachen zusammengenommen, welche in den angegebenen Fällen die Volumänderung bewirken; in einem ähnlichen Sinne, wie man unter dem Worte Capillarität die Ursachen begreift, welche das in die Höhe steigen tropfbarer Flüssigkeiten in engen Röhren bedingen.

In allen Fällen ist die Volumzunahme der einen Flüssigkeit vollkommen gleich der Volumabnahme der anderen, abgesehen von der Verdichtung oder der Volumabnahme, welche die Flüssigkeiten beim bloßen Zusammenmischen zeigen (Alkohol und Wasser z. B.), oder durch die Verdunstung erleiden. Auf die Schnelligkeit der Volumänderung und Mischung beider Flüssigkeiten hat die ungleiche Concentration, oder die

ungleiche Dichtigkeit derselben einen bestimmten Einfluß, aber die letztere kann nicht als die Ursache dieser Erscheinung angesehen werden. In den meisten Fällen nimmt die dichtere Flüssigkeit an Volum zu, in anderen zeigt sich das Gegentheil.

Wenn die Röhre Salzwasser und das Gefäß reines Wasser enthält, so nimmt z. B. das Salzwasser (die dichtere Flüssigkeit) an Volum zu, enthält aber die Röhre Wasser und das Gefäß Alkohol, so nimmt das Wasser (die dichtere Flüssigkeit) an Volum ab.

Was die Mischung beider Flüssigkeiten betrifft, so hat hieran die Blase einen bestimmten Antheil, insofern sie Poren hat, durch welche die beiden Flüssigkeiten mit einander sich in Berührung befinden.

In Beziehung auf die Porosität der Blase steht die Schnelligkeit der Mischung beider Flüssigkeiten in geradem Verhältniß zu der Anzahl der Theilchen beider Flüssigkeiten, die in einer gegebenen Zeit mit einander in Berührung kommen, sie ist abhängig von der Oberfläche beider Flüssigkeiten (der Größe der Membran) und dem specifischen Gewichte der Flüssigkeiten.

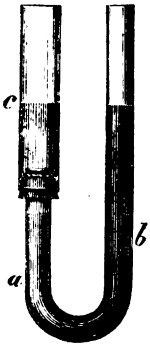
Der Einfluß der Oberfläche auf die Zeit der Mischung bedarf keiner besonderen Erläuterung, der des ungleichen specifischen Gewichtes wird durch die folgenden Versuche einleuchtend werden.

Füllt man die Röhre *ab*, Fig. 2. (a. f. S.), welche an dem einen Ende mit Blase verschlossen, an dem anderen offen ist, mit blaugefärbtem *) Salzwasser an und gießt in die

*) Hierzu dient am besten eine Auflösung von Indigo in verdünnter Schwefelsäure, die man mit Bleiessig so lange versetzt hat, als sich noch indigschwefelsaures und schwefelsaures Bleioxyd niederschlägt,

Röhre *c* etwas reines Wasser, so sieht man nach kurzer Zeit unterhalb der Blase eine Schicht farbloser oder kaum gefärbter Flüssigkeit schwimmen, die sich stundenlang an diesem Orte hält.

Fig. 2.



Wird die gekrümmte Röhre *a b* mit farblosem Wasser angefüllt und in die Aufsatzröhre *c* mit Indigotinctur blaugefärbtes Salzwasser gegossen, so beobachtet man nach einiger Zeit in der Röhre *c* oberhalb der Blase gleichfalls eine farblose oder kaum gefärbte Schicht Flüssigkeit.

Es geht hieraus hervor, daß durch die Substanz der Blase ein Austausch beider Flüssigkeiten vor sich geht; es tritt ungefärbtes reines Wasser aus der Röhre *c* zum Salzwasser in der Röhre *a b*, oder farbloses Salzwasser aus der Röhre *a b* zu dem gefärbten reinen Wasser in der Röhre *c*.

Es ist klar, daß das Salzwasser in der Röhre *a b*, welches sich in Berührung mit der Blase befindet, durch Aufnahme von Wasser aus der Röhre *c* verdünnt wird, aber dieses verdünnte Salzwasser ist specifisch leichter, als das concentrirte, welches sich abwärts befindet, es wird an dessen Oberfläche schwimmend erhalten.

Das reine Wasser in der Röhre *c*, dem sich Salzwasser aus der Röhre *a b* beimischt, ist schwerer, als das reine Wasser, es bedeckt die dem Wasser zugekehrte Seite der Blase.

---

von dem Niederschlage abfiltrirt und sodann bis zur Trockne im Wasserbade abdampft. Eine Spur des blauen Rückstandes reicht hin, um große Mengen Wasser blau zu färben.

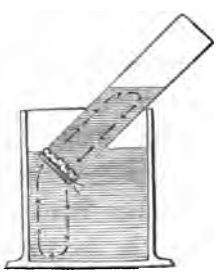
Es folgt hieraus von selbst, daß von dem Augenblicke an, wo sich diese beiden Schichten oberhalb und unterhalb der Blase gebildet haben, weder concentrirtes Salzwasser, noch reines Wasser fernerhin mit der Blase in Berührung sich befinden.

Von der Blase abwärts in der Röhre *ab* sind Schichten Flüssigkeit, welche mehr Salz, von der Blase aufwärts in der Röhre *c* Schichten, welche mehr Wasser enthalten.

Im Anfang dieses Versuches beobachtet man, daß das Volum des reinen Wassers und Salzwassers sich in beiden Röhren ändert; die Flüssigkeit in dem Schenkel *b* nimmt um 1 — 2 Linien zu, aber sobald sich die erwähnten Schichten unterhalb und oberhalb der Blase deutlich gebildet haben, so ist ein ferneres Steigen kaum bemerklich, obwohl die Mischung beider Flüssigkeiten fortdauert; das Wasser in *c* wird immer salzhaltiger, das Salzwasser in *a b* verliert an Salz.

Wenn man den Platz, den die beiden Flüssigkeiten in diesem Apparate einnehmen, umkehrt, oder was einfacher ist, wenn man eine etwa 1 Centimeter weite Röhre mit Blase verschließt, mit Salzwasser füllt, und in ein Gefäß mit reinem Wasser eintauchen läßt und der Röhre mit Salzwasser eine etwa um 45° geneigte Stellung giebt, so beobachtet man (besonders deutlich, wenn beide Flüssigkeiten aufgeschlämmte feine Indigotheilchen enthalten) in beiden Flüssigkeiten eine beständige Bewegung; man sieht in der Röhre (Fig. 3. a.) einen Strom Flüssigkeit von der Blase aus in der Richtung des Pfeils sich erheben und auf der anderen Seite wieder abwärts

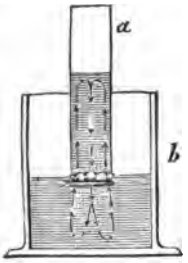
Fig. 3. a.



fließen, eine ähnliche rotirende Bewegung ist in dem Gefäße mit Wasser wahrnehmbar.

Ist die mit Salzwasser gefüllte Röhre etwa 2 Centimeter weit und stellt man sie senkrecht in das Gefäß mit Wasser, so geht die Bewegung von der Mitte aus, in beiden beobachtet man Strömungen, die einander entgegengesetzt sind (Fig. 3. b.).

Fig. 3. b.



Diese Strömungen bedürfen kaum einer Erklärung. Zu dem Salzwasser in der Röhre tritt durch die Blase reines Wasser, es entsteht am Boden eine Mischung, welche weniger Salz enthält und specifisch leichter ist, als das concentrirtere Salzwasser; diese specifisch leichtere Mischung steigt in die Höhe und es tritt concentrirteres Salzwasser an ihren Platz.

Auf der anderen Seite empfängt das reine Wasser von der Blase aus Salz, und wird dadurch specifisch schwerer; indem es zu Boden fällt, kommt ein salzärmeres Wasser mit der Blase wieder in Berührung. So lange die eben erwähnte Bewegung deutlich wahrgenommen wird, beobachtet man eine fortdauernde Volumzunahme des Salzwassers, oder eine Volumabnahme des reinen Wassers; mit dem Aufhören der Bewegung hat das Steigen eine Grenze, und wenn dies nicht mehr wahrgenommen wird, so findet man, daß die beiden Flüssigkeiten in ihrem specifischen Gewichte oder ihrem Salzgehalte kaum eine Verschiedenheit darbieten.

Wenn die beiden die Blase berührenden Flüssigkeitsschichten keine merkliche Verschiedenheit in ihrer Zusammensetzung haben (wie dies sehr rasch eintritt in dem Versuche, Fig. 2., wo der Salzgehalt der Flüssigkeit, welche die Poren

der Blase erfüllt, kaum abweichen kann von dem der nächsten Flüssigkeitsschicht), so findet die Mischung beider Flüssigkeiten Statt, aber ohne weitere Volumänderung. Wenn aber ein Wechsel des Ortes der auf beiden Seiten der Blase entstehenden Mischungen in Folge des ungleichen specifischen Gewichtes stattfinden kann, und eine dauernde Verschiedenheit der Flüssigkeitsschichten auf beiden Seiten der Blase gegeben ist, so lange, z. B. wie bei dem Salzwasser, die eine Seite der Blase mit einer concentrirten, die andere mit einer verdünnteren Flüssigkeit sich in Berührung befindet, so dauert die Volumänderung beider Flüssigkeiten fort.

Wie aus diesen Versuchen erhellt, hängt die Volumänderung von einem Unterschiede in der Beschaffenheit der beiden durch die Blase in Verbindung stehenden Flüssigkeiten ab, und es steht die Dauer der Volumänderung mit der Dauer dieser Differenz in geradem Verhältniß. Je größer die Verschiedenheit in der Beschaffenheit oder Zusammensetzung beider Flüssigkeiten ist und je rascher sich durch den Wechsel der die Blase berührenden Flüssigkeitsschichten die Differenz erneuert, um so rascher nimmt die eine Flüssigkeit an Volumen zu und die andere ab.

Der folgende Apparat ist sehr bequem, um die in Folge ihrer Mischung eintretende Volumänderung zweier durch eine Membran getrennter Flüssigkeiten zu messen.

Die Röhren *a b* (Fig. 4. a. f. S.) sind von einerlei Weite (von demselben Röhrenstück genommen). Die Röhre *a* ist an ihrem unteren Ende mit Blase verschlossen, sie wird mit der Flüssigkeit, deren Steighöhe bestimmt werden soll, bis zu einer beliebigen Höhe angefüllt, und ist in die Röhre *c*, welche destillirtes Wasser enthält, mittelst eines

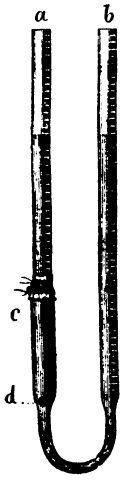
gut schließenden Korkes mit Ausschluß aller Luftbläschen eingesetzt. Bei *d* liegt ein kleines Bleischrotkorn, welches ventilartig die Oeffnung der Capillarröhre schließt. In die Röhre *b* gießt man reines Wasser und zwar, um das Gewicht des Schrotkorns im Gleichgewicht zu halten, etwas mehr Wasser, als zur Herstellung des Niveaus in beiden Röhren *a* und *b* nöthig ist.

Fig 4.

Die Flüssigkeit in *a* nimmt an Volum zu, und es kann die Steighöhe durch eine beliebige Eintheilung in gleiche Volumtheile abgelesen werden, in *b* nimmt das Niveau des Wassers in gleichem Verhältniß ab. Wenn man die Flüssigkeit in *h* durch Nachgießen von frischem Wasser auf dem ursprünglichen Standpunkte erhält, und das aus einem Tropfglase nachzugießende Wasser durch den Gewichtsverlust des Tropfglases wiegt, so kennt man das Gewicht und gleichzeitig das Volumen des Wassers, welches aus der Röhre *c* in die Röhre *a* getreten ist. Dieser Apparat ist natürlich einer Menge Abänderungen und Verbesserungen fähig; ich habe denselben benutzt, um das Verhalten des Salzwassers zu reinem Wasser unter diesen Umständen zu prüfen. Es stellte sich unter Anderem heraus, daß, wenn die Röhre *a* gesättigte Kochsalzlösung enthielt, ihr Volumen nahe um ½ zunahm, d. h. 200 Vol. Salzwasser wurden zu 300 Vol. Diese Bestimmungen sind übrigens nicht der Zweck der gegenwärtigen Untersuchung, und ich übergehe sie deshalb ganz.

Die folgende Einrichtung (Fig. 5.) wird vielleicht vor der eben beschriebenen für manche Fälle den Vorzug verdienen; die Construction derselben beruht auf der Beobachtung, daß für die Erscheinung selbst und für das Resultat des Versuches es gleichgültig ist, ob die Röhre mit einer einfachen, doppelt oder dreifach aufeinander gelegten Blase*) verschlossen ist. Für die Prüfung des Verhaltens sehr dünner Membranen, welche Flüssigkeiten schon unter einem schwachen Druck durchfiltriren lassen, ist, wie sich von selbst versteht, der Apparat (Fig. 4.) besser geeignet.

Fig. 5.



Für die Erklärung dieser Erscheinung der eintretenden Volumänderung zweier durch Membranen getrennter Flüssigkeiten, hat man zu unterscheiden:

1) die Mischung der ungleichartigen Flüssigkeiten,

2) die Volumänderung derselben.

Was die Mischung zweier Flüssigkeiten von ungleicher Natur und Beschaffenheit betrifft, so ist diese stets abhängig von einer chemischen Anziehung. In einer Mischung von Alkohol und Wasser, oder von Salzwasser und Wasser befinden sich überall und an allen Orten gleichviel Alkohol- und Wasser- oder gleichviel Salz- und Wassertheilchen. Wären in der einen die am Boden befindlichen leichteren Alkoholtheilchen am

*) Zu diesen Versuchen lassen sich Membranen aller Art benutzen; bei dünneren Membranen (Harnblase vom Kalb und Schwein) gehen die Versuche rascher als bei dicken (Gallenblase und Harnblase vom Ochsen); den Vorzug vor anderen verdient der Bauchfellüberzug der Leber vom Ochsen und Kalb.

Die Röhre *c* wird unter Wasser mit Blase zugebunden.

Orte und in der Lage, die ſie einnehmen, nicht feſtgehalten von den umgebenden Waſſertheilchen, ſo würden ſie ſich ohne Zweifel nach der Oberfläche hin begeben, die Salztheilchen im Salzwaſſer werden am Sinken gehindert und getragen durch die ſie umgebenden leichteren Waſſertheilchen.

Ohne eine Anziehung, welche alle Salz- und Alkoholtheilchen zu allen Waſſertheilchen, oder alle Waſſertheilchen zu allen Salz- und Alkoholtheilchen haben müſſen, kann eine gleichförmige Miſchung nicht gedacht werden. Wäre ein einziges Alkoholtheilchen minder ſtark angezogen, als die umgebenden Waſſertheilchen, ſo würde ſich dieſes der Oberfläche zu bewegen, die Salztheilchen würden in Folge ihres größeren ſpecifiſchen Gewichtes allmälig den Boden einnehmen, wenn nicht eine Urſache ſie am Steigen oder Sinken hinderte, die hier keine andere ſein kann, als eine anziehende Kraft, welche ſie an dem Orte feſthält, wo ſie ſich befinden.

Die Urſache, welche bei unmittelbarer Berührung der kleinſten Theilchen ungleichartiger Materien, oder wenn ſie ſich in unmeßbar kleinen Entfernungen von einander befinden, einen Wechſel in der Lage dieſer kleinſten Theilchen oder in ihren Eigenſchaften hervorbringt, oder die ſich als Widerſtand gegen einen ſolchen Orts- und Eigenſchaftswechſel äußert, bezeichnen wir mit »chemiſcher Kraft«, und in dieſem Sinne ſind die Miſchung zweier ungleichartiger Flüſſigkeiten, das einfache Benetzen eines feſten Körpers, das Durchdringen und Aufquellen deſſelben durch eine Flüſſigkeit, Effecte, an welchen die chemiſche Affinität einen beſtimmten Antheil hat; und wenn wir gewohnt ſind, den Begriff der Verwandtſchaft nur auf ſolche Vorgänge zu beſchränken, wo ein Wechſel in den Eigenſchaften der ungleichartigen Materien durch unſere Sinne wahrnehmbar iſt, wo

sich zwei Körper, z. B. Schwefelsäure und Kalk oder Schwefelsäure und Quecksilber, mit einander verbinden, dagegen Erscheinungen der genannten Art gewöhnlich auf andere Weise bezeichnen und erklären, so liegt dies lediglich in der unvollkommenen Auffassung von dem Wesen einer Naturkraft.

Ueberall, wo zwei ungleichartige Körper mit einander in Berührung kommen, äußert sich die chemische Verwandtschaft, die eine ganz allgemeine Eigenschaft der Materie ist und keineswegs einer besonderen Klasse von Atomen oder einer besonderen Ordnungsweise derselben angehört; aber nicht in allen Fällen wird durch die Berührung eine chemische Verbindung hervorgebracht.

Die chemische Verbindung ist nur einer der Effecte der Affinität; sie tritt dann ein, wenn die anziehende Kraft stärker ist, als alle Widerstände, die sich ihrer Aeußerung entgegensetzen; sind die Kräfte oder die Ursachen, welche die chemische Verbindung hindern, die Wärme, Cohäsionskraft, elektrische Kraft oder wie sie sonst heißen mögen, überwiegend, so geht die chemische Verbindung nicht vor sich, und es zeigen sich alsdann Wirkungen anderer Art, ohne daß deshalb die chemische Verwandtschaft aufgehoben oder nicht vorhanden wäre.

Das geschmolzene metallische Silber saugt in einem Tiegel, der mit glühenden Kohlen umgeben ist, in einem Raum, in dem wir kaum freien Sauerstoff voraussetzen, sein zehn- bis zwölffaches Volumen reines Sauerstoffgas auf, das metallische Platin zeigt die nämliche Eigenschaft in einem noch weit höheren Grade; aus der atmosphärischen Luft, aus einem Gasgemenge, in welchem der Sauerstoff nur den fünften Theil ausmacht, verdichtet es bei gewöhnlicher Tempera-

tur an ſeiner Oberfläche eine außerordentlich große Menge Sauerſtoffgas (kein Stickgas) und erlangt dadurch Eigenſchaften, die ihm ſonſt nicht zukommen, und wenn Chromoxyd, Porzellanſtücke, Asbeſt in höheren Temperaturen Verbindungen zwiſchen zwei Gaſen, zwiſchen Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas oder ſchwefligſaurem Gas bewirken, welche dieſe Gaſe, ohne ſich in Berührung mit dieſen feſten Körpern zu befinden, in derſelben Temperatur nicht eingehen, ſo iſt es eben die chemiſche Kraft dieſer feſten Körper, der wir dieſe Wirkungen zuſchreiben müſſen.

Die Löſung eines Salzes in Waſſer iſt eine Wirkung der Affinität, und doch wird bis auf den Zuſammenhang der Salztheilchen keine einzige chemiſche Eigenſchaft, weder des Löſungsmittels, noch des gelöſten Körpers, dadurch verändert.

Das Kochſalz, deſſen Kryſtalle gewöhnlich waſſerfrei ſind, nimmt bei hohen Kältegraden 38 Proc. Waſſer als Kryſtallwaſſer auf, nicht, weil hier eine Urſache eintritt, die ſeine Verwandtſchaft zu den Waſſeratomen erhöht (weil Kälte keine Urſache, ſondern Mangel an einer Urſache iſt), ſondern weil die höhere Temperatur als Widerſtand wirkt, der ſich ihrer chemiſchen Verbindung entgegenſetzt; die Kraft der Affinität iſt auch in höherer Temperatur ungeſchwächt vorhanden.

Wir bringen zu der Auflöſung eines Salzes in Waſſer Alkohol, und ſehen, daß ſich jetzt das Salz aus der Flüſſigkeit in Kryſtallen abſcheidet, gewiß nur deshalb, weil durch das Hinzukommen einer anderen chemiſchen Kraft die Größe der Anziehung zwiſchen den Salz- und Waſſertheilchen geändert iſt.

Die Waſſertheilchen, welche mit den Salztheilchen ver-

bunden waren, äußern eine Anziehung zu den Alkoholtheilchen, und da die letzteren keine oder nur eine schwache Verwandtschaft zu den Salztheilen besitzen, so wird hierdurch die Anziehung der Salztheilchen zu einander verstärkt. Diese Anziehung war vor dem Zusatz des Alkohols in gleicher Stärke da, aber der Widerstand, der sich ihrer Vereinigung entgegensetzte (die chemische Verwandtschaft der Wassertheilchen), war größer. Der Alkohol war nicht Ursache der Abscheidung. Die Ursache der Abscheidung des Salzes aus der Flüssigkeit, seine Krystallisation, ist stets die Cohäsionskraft, durch den Alkohol wurde die Ursache hinweggenommen, die sich ihrer Aeußerung entgegensetzte. Die Verwandtschaft des Kalis zur Schwefelsäure ist bekannt, das schwefelsaure Kali löst sich leicht im Wasser. Mischt man zu einer solchen gesättigten Auflösung ein gleiches Volum Kalilauge (von 1,4 specifisches Gew.), so entsteht sogleich ein Niederschlag von krystallinischem schwefelsaurem Kali, und alle Schwefelsäure scheidet sich in demselben von dem Wasser ab.

In den angeführten Fällen ist der chemische Effect (die Scheidung) abhängig von der Quantität der zugemischten Flüssigkeit (des Alkohols, der Kalilauge), aber in vielen anderen bedarf es nur einer sehr schwachen Aenderung in der Beschaffenheit des Lösungsmittels, um Scheidungen ähnlicher Art hervorzubringen. Leitet man z. B. in eine Auflösung von Eisenblausäure in Wasser (oder was das nämliche ist, in eine Mischung von Blutlaugensalz und Salzsäure) den Dampf von siedendem Aether, so scheidet sich schon nach einigen Augenblicken die Eisenblausäure in Gestalt glänzend weißer oder bläulich weißer Schuppen aus. Indem das Aethergas sich im Wasser löst, verliert dieses sein Auflösungsvermögen, seine Verwandtschaft zu der Eisenblausäure völlig.

Dieser Erfolg ist um so auffallender, da die Eisenblausäure sich beinahe in jedem Verhältniß im Wasser löst, während von dem Aether eine weit kleinere Menge aufgelöst wird ($^1/_{10}$ von dem Volum des Wassers).

Die Anziehung, welche Flüssigkeiten zu manchen feinzertheilten festen Körpern zeigen, welche ganz unlöslich darin sind, die Adhäsion fester und flüssiger Körper kann durch ganz ähnliche Ursachen verändert, verstärkt oder aufgehoben werden.

Es wird häufig wahrgenommen, daß nach heftigen Regengüssen das Wasser von Bächen und Flüssen durch feinzertheilte Thontheile gefärbt und trübe wird und daß ein solches Wasser auch nach wochenlangem Stehen oder häufigem Filtriren seine ursprüngliche Klarheit und Durchsichtigkeit nicht wiedererhält. Das Wasser des gelben Flusses in China, besitzt den größten Theil des Jahres hindurch diese Beschaffenheit, und durch französische Missionäre weiß man, daß in Peking zur Klärung dieses Wassers der gewöhnliche Alaun im allgemeinsten Gebrauch ist. Man darf in der That in ein solches, durch feinen Schlamm getrübtes Wasser nur einen Alaunkrystall einige Augenblicke eingetaucht erhalten, um augenblicklich eine Abscheidung der trübenden Theile vor sich gehen zu sehen. Man sieht im Anfang große Flocken entstehen, die immer dichter werden, bis sie sich zuletzt in dem völlig klaren durchsichtigen Wasser zu Boden setzen, in welchem durch Reagentien kaum Spuren von Alaun entdeckt werden können. Die analytische Chemie ist reich an solchen Beförderungsmitteln der Abscheidung von Niederschlägen.

In diesen Fällen sieht man, daß durch die Aenderung der Beschaffenheit des Wassers, in Folge einer, wie wir sagen, einfachen Mischung mit einem fremden Körper, seine

Fähigkeit, sich mit anderen zu verbinden, aufgehoben oder geschwächt wird.

Es ist bekannt, daß die Kraft, mit welcher in einer Auflösung die Theilchen der Flüssigkeit und die des gelösten Körpers einander anziehen, sehr ungleich ist, und in dieser Beziehung ist die Wirkung vieler fester Körper auf Salzlösungen ganz besonders merkwürdig, insofern dadurch dargethan wird, daß dieselbe Molekularkraft, welche die Erscheinungen der Cohäsion, der Benetzung fester Körper durch Flüssigkeiten bedingt, identisch mit der chemischen Verwandtschaft ist, da auch durch sie chemische Verbindungen zerlegt werden können. Professor Graham hat z. B. zuerst gezeigt, daß die gewöhnliche, durch Säuren von allen löslichen Bestandtheilen befreite Kohle aus Auflösungen von Bleisalzen, Brechweinstein, Kupferoxydammoniak, Chlorsilber in Ammoniak, Zinkoxyd in Ammoniak, die Metallsalze oder Metalloxyde vollständig hinwegnimmt, während andere, wie Kochsalzlösung z. B., keine Veränderung in ihrem Salzgehalt erfahren; in einer bleichenden Lösung von unterchlorigsaurem Natron verliert sich durch bloßes Schütteln mit Kohle das Bleichvermögen gänzlich, das Jod kann damit aus einer Lösung in Jodkalium vollkommen hinweggenommen werden. Die Wirkung des feinzertheilten Platins, des Silbers auf Wasserstoffhyperoxyd, die der Kohle auf gelöste organische Substanzen, Farbstoffe ꝛc. kennt Jedermann, und in ihrer Wirkung gleicht der letzteren frisch niedergeschlagenes Schwefelblei, Schwefelkupfer, Thonerdehydrat. Eine Menge organischer Substanzen, wie Holzfaser und andere, üben auf gelöste Substanzen, auf Thonerdesalze, Zinnsalze, Farbstoffe eine der Kohle gleiche Wirkung aus; man weiß, daß gerade auf dieser Eigenschaft die An-

wendung der Beizmittel in der Färberei und das Färben ſelbſt beruht. Das Anhaften des feſten Farbſtoffes an dem Zeuge, welches damit gefärbt iſt, iſt die Wirkung einer ſo ſchwachen chemiſchen Verwandtſchaft, daß man kaum weiß, dieſe Molekularaction mit dieſem Namen zu bezeichnen. Von einem Lappen mit Indigo gefärbten Wollenzeuges löſt ſich beim bloßen anhaltenden Klopfen mit einem hölzernen Hammer der Indigo vollkommen ab, ſo daß die weiße Wolle bleibt.

Die Oberfläche des feſten Körpers übt, wie dieſe Thatſachen beweiſen, auf die Moleküle, die ſich damit in Berührung befinden, eine ſehr ungleiche Anziehung aus.

Die Unterſuchungen über die Capillarität haben ergeben, daß bei einer und derſelben Flüſſigkeit, beim Waſſer z. B., die Subſtanz des feſten Körpers keinen Einfluß auf die Höhe hat, bis zu welcher die Flüſſigkeit ſich an demſelben erhebt; an Scheiben von Buchsbaum, Thonſchiefer, Glas iſt die Erhebung der Oberfläche des Waſſers mit der an einer Meſſingſcheibe vollkommen übereinſtimmend (Hagen), und bei anderen Flüſſigkeiten, deren Moleküle vollkommen gleichartig ſind, dürfte daſſelbe Geſetz in der Theorie angenommen werden; aber bei ſolchen Flüſſigkeiten, welche fremde Subſtanzen in Löſung enthalten, muß gerade durch die Gegenwart dieſer Körper eine Aenderung in der Capillaranziehung eintreten, weil durch ſie die Cohäſion der Flüſſigkeit geändert wird, und mehr noch vielleicht, weil die Flüſſigkeit aufhört gleichartig zu ſein, wenn die anziehende Wand zu den Theilchen des gelöſten Körpers eine andere Anziehung hat, als zu den Theilchen der Flüſſigkeit, in denen er gelöſt iſt.

Aus dem Vorhergehenden ergiebt ſich, daß die Miſchung

zweier Flüssigkeiten die Wirkung einer chemischen Anziehung ist; wie wäre es sonst möglich, daß chemische Verbindungen, wie die Lösung eines Salzes in Wasser, durch eine einfache Mischung zersetzt, und eine chemische Anziehung dadurch aufgehoben werden könnte?

Zwei Flüssigkeiten von ungleicher chemischer Beschaffenheit, welche mit einander mischbar sind, und die also eine chemische Anziehung zu einander haben, mischen sich an allen Punkten, wo sie sich berühren; durch Bewegung, Umschütteln wird die Anzahl der Berührungspunkte in einer gegebenen Zeit vergrößert und die Herstellung einer gleichförmigen Mischung beschleunigt.

Sind diese Flüssigkeiten von gleichem oder besser von ungleichem specifischen Gewichte, so lassen sich beide mit einiger Vorsicht über einander schichten; dies ist der Zeit nach der für die Mischung ungünstigste Fall, indem verhältnißmäßig nur kleine Oberflächen mit einander in Berührung kommen; aber an allen Stellen, wo dies geschieht, läßt sich in kurzer Zeit zwischen beiden keine Grenze mehr unterscheiden.

In einem cylindrischen Gefäße, welches Salzwasser enthält, sind die Salztheilchen an der Oberfläche desselben angezogen und getragen durch Wassertheilchen, die sich an den Seiten und von der Oberfläche abwärts befinden. Von der Oberfläche aufwärts fehlen die anziehenden Wassertheilchen.

Es ist nun klar, daß, wenn die Oberfläche mit reinem Wasser in Berührung gebracht wird, zu den vorhandenen Anziehungen eine neue kommt, die in entgegengesetzter Richtung wirkt, die Anziehung der aufschwimmenden Wassertheilchen zu den Salztheilchen des Salzwassers und umgekehrt (die der Salztheilchen zu den sie berührenden Wassertheilchen).

Da nun die Kraft, womit die Salz- und Wassertheilchen sich anziehen, nach allen Seiten hin vollkommen gleich ist, da also die Salztheilchen die Wassertheilchen des Salzwassers nicht stärker anziehen, als sie von den Wassertheilchen des reinen Wassers angezogen werden, welche mit den Salztheilchen (des Salzwassers) in Berührung kommen, so folgt daraus von selbst eine Ausgleichung der vorhandenen Anziehungen; es entsteht eine Theilung der Salztheilchen in die sie berührenden Wassertheilchen und umgekehrt, der Wassertheilchen in die sie berührenden Salztheilchen.

An der Stelle, wo sich reines Wasser und Salzwasser berühren, entsteht in dieser Weise eine gleichförmige Mischung von Salzwasser und reinem Wasser, welche nach oben hin mit reinem Wasser, nach abwärts mit Salzwasser sich in Berührung befindet.

Zwischen diesen drei Schichten, wovon die obere kein Salz, die untere weniger Wasser enthält, tritt eine neue Theilung ein, die salzhaltigere giebt Salz ab, das salzfreie Wasser empfängt Salz, und so vertheilen sich allmälig Salz und Wasser gleichförmig durch die ganze Flüssigkeit.

Füllt man den einen Schenkel der Röhre (Fig. 6) bis *a* mit blaugefärbtem Salzwasser und den anderen mit reinem Wasser an, so ist nach einer Anzahl von Tagen das farblose Wasser blaugefärbt und der Salzgehalt in beiden Schenkeln gleich. Es ist Seite 14 erwähnt worden, daß in einer Röhre, welche mit einer Blase verschlossen, mit verdünntem Salzwasser angefüllt und der Luftverdunstung ausgesetzt wird, das Salz außerhalb

Fig. 6.

der Blase sich nicht eher in Krystallen absetzt, als bis die ganze Flüssigkeit in der Röhre das Maximum der Sättigung erreicht hat. An der Außenseite der Blase verdunstet das Wasser, aber es setzt sich kein Salz ab, so lange nach innen hin sich Flüssigkeit befindet, welche noch Salz auflösen kann, und es verbreiten sich in dieser Weise die schwereren Salztheilchen nach innen aufwärts durch die ganze Flüssigkeit, oder wenn man will, die Wassertheilchen, welche noch Salz aufzulösen vermögen, abwärts bis zur äußeren Oberfläche der Blase hin.

Die Verbreitung des Salzes im Wasser geschieht in ähnlicher Weise wie der Uebergang des Schmiedeeisens in Stahl und Roheisen. Stangen von weichem Eisen werden bekanntlich zwischen Kohlenschichten glühend erhalten, wodurch die Oberfläche des Eisens, welche die Kohle berührt, Kohlenstoff aufnimmt und in Kohleneisen übergeht; die unter dieser Oberfläche liegende Schicht von reinem Eisen, deren Verwandtschaft zum Kohlenstoff ganz dieselbe ist, empfängt Kohlenstoff von der über ihr befindlichen, und giebt Kohlenstoff an die nächste Schicht abwärts ab. Dieser Proceß, lange genug fortgesetzt, hat nur dann eine Grenze, wenn alle einzelnen Schichten einerlei Mengen Kohlenstoff enthalten, d. h. damit gesättigt sind. Ein Stück glühendes Schmiedeeisen wird, mit Roheisen (Kohleneisen) einige Augenblicke in Berührung, an den Berührungsstellen augenblicklich in Stahl verwandelt. Die Mischung von Flüssigkeiten beruht auf derselben Ursache, und wir können uns denken, daß die Verbreitung derselben gegenseitig ist, eben weil ihre Theilchen nach allen Richtungen hin beweglich sind, daß sich also sowohl Salztheilchen den Wassertheilchen, als Wassertheilchen den Salzwassertheilchen in Folge ihrer Anziehung zu bewegen.

Aus einer Auflösung von Kupfervitriol in wässerigem Ammoniak, auf welche man in einem hohen Glascylinder eine Schicht Alkohol gießt, scheidet sich allmälig, wenn die Bildung einer zusammenhängenden Kruste, welche die Berührung beider Flüssigkeiten hindert, vermieden wird, alles schwefelsaure Kupferoxydammoniak ab, die lasurblaue Auflösung wird farblos, indem sich durch die Verbreitung des Alkohols in derselben eine Mischung bildet, in welcher das Salz nicht löslich ist.

Die Schnelligkeit der Mischung zweier Flüssigkeiten hängt ab von dem Grade ihrer chemischen Anziehung, und es hat hierauf die ungleiche Beweglichkeit der Theilchen der einen oder anderen Flüssigkeit einen fördernden oder hindernden Einfluß.

Wenn die eine Flüssigkeit schwerer als die andere, und von zäher, schleimiger Beschaffenheit ist, so dauert es weit länger, bis die Bestandtheile der schwereren oder zäheren Flüssigkeit von dem Boden aus nach der Oberfläche hin gelangen, und es ist in diesem Falle das specifische Gewicht oder die geringere Beweglichkeit der Flüssigkeitstheilchen ein Hinderniß der Mischung.

Wird die schwerere oder zähere Flüssigkeit hingegen oberhalb der leichteren gebracht, so mischen sich beide mit Schnelligkeit; an den Stellen, wo sich beide berühren, entsteht eine Mischung, welche, da sie schwerer ist, sich dem Boden zu bewegt, wodurch die schwerere Flüssigkeit oberhalb mit immer neuen Flüssigkeitsoberflächen in Berührung kommt.

Ganz dieselbe Erscheinung kennen wir in der Auflösung. Ein Stück Zucker in einem engen Glase mit Wasser übergossen, löst sich sehr langsam darin auf, während dasselbe Stück, an die Oberfläche gebracht, mit der größten Schnellig-

keit verschwindet. In dem ersten Falle bildet sich um die Zuckertheilchen eine syrupdicke, schwerflüssige Lösung, welche die noch nicht gelösten lange Zeit vor der Berührung des Wassers schützt, im andern bildet sich an der Oberfläche eine Lösung, die in Streifen sich dem Boden zu bewegt, und allmälig verschwindet, während durch den Platzwechsel dieser Lösung in dem Zuckerstück immer neue Wassertheilchen mit den Zuckertheilchen in Berührung kommen, welche ihr Lösungsvermögen äußern können.

Wenn die Häute und Membranen aus einem zusammenhängenden Systeme von hohlen, sehr engen Röhren bestehen, so ist einleuchtend, daß, wenn zwei ungleichartige, mit einander mischbare Flüssigkeiten durch ein solches Gewebe von einander getrennt sind, sich die Poren derselben mit jeder der beiden Flüssigkeiten anfüllen werden. An allen Punkten, wo beide Flüssigkeiten in der Haut mit einander in Berührung kommen, findet eine Mischung Statt, die sich nach beiden Seiten hin gleichförmig fortsetzt.

Befindet sich auf der einen Seite der Blase Salzwasser und auf der anderen reines Wasser, so wird in der Mitte oder an irgend einer Stelle in der Blase ein verdünntes Salzwasser entstehen, welches auf der einen Seite, an der sich das reine Wasser befindet, Salz an dieses Wasser abgiebt, während das concentrirte Salzwasser auf der anderen sich mit dem verdünnteren Salzwasser in der Blase mischt.

An dieser Mischung hat die Substanz der Blase keinen Antheil; eben weil durch sie selbst kein Wechsel in der Lage des Ortes, an dem sich die Salz- und Wassertheilchen befinden, bedingt wird, denn dies ist die Wirkung der chemischen Verwandtschaft, welche zwischen den Salz- und Wassertheilchen thätig ist.

Da nun die Schnelligkeit der Miſchung zweier Flüſſigkeiten in geradem Verhältniß zu ihren Oberflächen ſteht, die in einer gegebenen Zeit mit einander in Berührung kommen, und die durch eine Blaſe getrennten Flüſſigkeiten nur durch die Poren derſelben mit einander ſich berühren können, und die Anzahl der Berührungspunkte durch die nicht porösen Theile der Blaſe verkleinert iſt, ſo folgt hieraus, daß, von allen anderen Wirkungen abgeſehen, die Zeit der Miſchung zweier Flüſſigkeiten durch eine Blaſe verlangſamt werden muß. Ohne die Blaſe würde, abgeſehen von der Zeit, die Miſchung in ganz gleicher Weiſe vor ſich gehen.

Wenn das ſchwerere Salzwaſſer ſich unterhalb, das leichtere Waſſer ſich oberhalb der Blaſe befindet, ſo miſchen ſich die beiden Flüſſigkeiten langſamer, als ohne die Blaſe.

Da nun aber eine Blaſe, inſofern durch ihre Poren der hydroſtatiſche Druck nicht fortgepflanzt wird, es geſtattet, eine ſchwerere Flüſſigkeit oberhalb einer leichtern zu bringen und an dieſem Orte zu erhalten, ſo wirkt dieſer Umſtand als ein Beförderungsmittel der Miſchung, deſſen letzter Grund nicht die Blaſe, ſondern das ungleiche ſpecifiſche Gewicht der Flüſſigkeit iſt. Die Blaſe iſt ein Mittel, um die Wirkung des ſpecifiſchen Gewichtes auf die Miſchung eintreten zu machen. Mit dem Vorhergehenden ſcheint mir der Antheil, den die Blaſe an der Miſchung zweier, durch dieſelbe getrennter ungleichartiger Flüſſigkeiten nimmt, hinlänglich erledigt zu ſein.

Was die Volumänderung der beiden Flüſſigkeiten betrifft, die ſich durch die Blaſe miſchen, ſo muß in Betracht gezogen werden, daß die Benetzung, das Auffaugungsvermögen eines feſten, oder das Befeuchtungsvermögen eines flüſſigen Körpers die Wirkung einer chemiſchen Anziehung iſt.

Flüſſigkeiten von verſchiedener Natur oder von einer ungleichen chemiſchen Beſchaffenheit werden von feſten Körpern ungleich ſtark angezogen, und üben einen ungleichen Grad von Anziehung gegen dieſe aus, und wenn wir ſelbſt in einem Syſteme von Capillarröhren, die bis zu einer gewiſſen Höhe mit einer Flüſſigkeit angefüllt ſind, die chemiſche Natur der Flüſſigkeiten ändern, ſo ändern wir damit den Stand der Flüſſigkeit. In einer mit Waſſer geſättigten Thierſubſtanz iſt das Waſſer am Ausfließen gehindert durch die gegenſeitige Anziehung und durch die Capillarität; wenn aber die Anziehung der organiſchen Gefäßwände zum Waſſer durch die Miſchung dieſes Waſſers mit Alkohol oder durch Aufnahme von Salz vermindert wird, ſo fließt ein Theil des Waſſers aus. Hierzu kommt, daß das Waſſer, welches von einer Thierſubſtanz aufgeſaugt wird, bei ſeinem Eintreten in die Capillarröhrchen, in Folge ſeiner Anziehung zu denſelben, einen gewiſſen Druck ausübt, durch welchen die Gefäße angeſchwellt und erweitert werden; dieſe Flüſſigkeitstheilchen unterliegen einem Gegendrucke von Seiten der elaſtiſchen Gefäßwand, durch welchen, wenn die Anziehung der Flüſſigkeitstheilchen durch eine neu hinzukommende Urſache vermindert wird, die Menge der ausfließenden Miſchung ſich vergrößert.

Die anziehenden organiſchen Gefäßwände verhalten ſich zu dem Waſſer, wie ein Salz, welches in einer wäſſerigen Flüſſigkeit gelöſt iſt; durch Zuſatz von Alkohol oder einer anderen Flüſſigkeit trennt ſich das Waſſer mehr oder weniger vollkommen von der Gefäßwand, oder die Gefäßwand vom Waſſer.

Beſäße die Thierſubſtanz zu der neu entſtehenden Miſchung ebenſo viel Anziehung wie zu dem Waſſer allein, ſo

würde sich das Volum der Flüssigkeiten nicht ändern; die Mischung würde erfolgen, aber es würde scheinbar kein Wasser ausfließen.

Eine mit Wasser gesättigte Blase, die wir mit Alkohol in Berührung bringen, schrumpft zusammen, es trennt sich ein Theil des Wassers von der Thiersubstanz, stets aber bleibt eine gewisse, seiner Anziehung zur Blase und zum Alkohol entsprechende Menge Wasser in der Blase zurück, ganz so wie die Lösungen vieler Salze, welche eine starke Anziehung zum Wasser haben (metaphosphorsaures und saures phosphorsaures Natron) und im Alkohol unlöslich sind, durch Zusatz von Alkohol in zwei flüssige Schichten getrennt werden, wovon die eine schwerere eine concentrirtere (schwach alkoholhaltige) Lösung des Salzes im Wasser, die andere leichtere eine alkoholreiche wässerige Flüssigkeit ist. Der Alkohol und das Salz theilen sich in das Wasser der Auflösung.

Wenn wir einer Mischung von gleichen Theilen Wasser und Aceton eine gewisse Menge trockener Stücke von Chlorcalcium zusetzen, so zerfließen die ersten zugesetzten Mengen desselben, sie lösen sich in der Mischung vollkommen auf. Wenn aber der Zusatz des Chlorcalciums vermehrt wird, so tritt bald eine Trennung ein, es entstehen zwei Schichten, von denen die obere wasserhaltiges Aceton, die untere eine acetonhaltige wässerige Lösung von Chlorcalcium ist. Setzt man noch größere Mengen von Chlorcalcium zu, so wird dem aufschwimmenden Aceton Wasser entzogen, und bei einer angemessenen Menge Chlorcalcium behält das Aceton kein Wasser mehr zurück.

Wenn wir uns denken, daß von den im Anfang entstehenden zwei Schichten (von denen die eine wasserhaltiges Ace-

ton, die andere eine wässerige Lösung von Chlorcalcium ist) die eine, und zwar die Chlorcalciumschicht, mit stets sich erneuernder trockener Luft in Berührung sei, so wird das Wasser dieser Chlorcalciumlösung verdunsten, sie wird durch den Wasserverlust concentrirter werden und in Folge dieser größeren Concentration eine neue Menge Wasser aus dem wasserhaltigen Aceton aufzunehmen vermögen, und dies würde so lange dauern, bis das Aceton kein Wasser mehr enthält.

Wenn wir uns an die Stelle des Chlorcalciums eine thierische Blase und an die der Mischung von Aceton und Wasser wasserhaltigen Alkohol denken, so haben wir hierin das schönste Beispiel der ungleichen Anziehung, welche die Thiersubstanz auf die beiden gemengten Flüssigkeiten ausübt.

Es ist bekannt aus Sömmering's Versuchen, daß Weingeist von einer gewissen Stärke in eine Blase eingeschlossen und der Luftverdunstung ausgesetzt, bloß Wasser verliert, und daß zuletzt wasserfreier oder nahe wasserfreier Alkohol in der Blase zurückbleibt. Bei Anwendung von starkem Weingeist bleibt die Blase an ihrer Außenseite trocken, bei sehr wässerigen fühlt sie sich feucht an und es verdunstet mit dem Wasser auch Alkohol; durch die ungleiche chemische Anziehung der Blase zum Wasser und zum Alkohol tritt hier offenbar eine vollkommene Scheidung ein. Das Wasser der Mischung wird aufgesaugt, es verdunstet an der äußeren Fläche der Blase, der Alkohol bleibt in der Blase zurück. Bis jetzt kennt man keinen Körper, der die Blase in dieser Wirkung zu ersetzen vermöchte, in der That muß auch die Verwandtschaft der leimgebenden Gebilde zum Wasser die aller anderen Thiersubstanzen übertreffen, da ein Unterschied von wenigen Temperaturgraden schon hinreicht, um eine völlige Auflösung derselben zu Leim zu bewirken.

Alle diejenigen Naturforscher, welche den Erscheinungen der sog. Endosmose ihre Aufmerksamkeit zugewendet und eine Erklärung derselben versucht haben, stimmen darin mit einander überein, daß eine Bedingung der Volumänderung zweier Flüssigkeiten, welche, durch eine Blase getrennt, sich mit einander mischen, in der Blase gesucht werden muß.

Magnus nimmt an: »daß die Theile einer jeden Auf»lösung, z. B. eines Salzes in Wasser, mit mehr Kraft an »einander hängen, als die der auflösenden Flüssigkeit, z. B. »die des Wassers; es würde daher die Auflösung schwerer »flüssig sein und schwieriger durch sehr enge Oeffnungen hin»durchdringen, als Wasser, vorausgesetzt, daß die Wände »der Oeffnungen sich gegen beide ganz gleich verhalten, und »hieraus würde folgen, daß je concentrirter eine Auflösung »ist, desto schwieriger würde sie durch dieselben Oeffnungen »hindurchdringen.«

»Versuchen wir nun,« fährt Magnus fort, »mit Hülfe »dieser Annahmen [welche für viele Salzlösungen, wie aus »den Versuchen Fig. 1. S. 6 erhellt, vollkommen richtig und »beweisbar sind, obwohl sich nach den Versuchen von Poi»sseulle eine Menge Ausnahmen finden*)] die Erscheinun»gen der Endosmose zu erklären.

»In die Poren der Blase wird sowohl die Salzlösung »als auch das Wasser eindringen, und es wird sowohl die »Salzlösung aus den Poren zum Wasser treten, wegen der »Anziehung beider für einander, als auch das Wasser zur »Salzlösung, und zwar so lange, bis eine völlige Ausgleichung »eingetreten ist. Da ferner die Kraft, welche das Wasser zur »Salzlösung zieht, ganz dieselbe ist wie die, welche die Salz=

*) Annal. de chim. et de phys. 3. sér. tom. XXI. p. 84 u. f.

»auflösung zum Wasser zieht, so würde ebenso viel Wasser »als Salzauflösung durch die Blase gehen, wenn beide Flüs»sigkeiten gleich leicht durch die Poren dringen könnten. Da »dies aber nicht der Fall ist, so ist auch verschiedene Kraft »nöthig, um beide Flüssigkeiten durch die Poren zu bringen, »oder es werden bei gleicher Kraft ungleiche Mengen von »beiden in derselben Zeit hindurchgehen; es wird daher von »der, welche leichter hindurchgehen kann, nämlich vom Was»ser, mehr zur Salzlösung treten als von dieser zum Wasser; »und folglich werden sich die Niveau's beider Flüssigkeiten »verändern, wenn keine andere Kraft diese Veränderung hin»dert« *).

Nach der obigen Ansicht befinden sich Salzwasser und Wassertheile in den Poren der Blase in einem Zustande der Bewegung, und es wird als die bewegende Kraft die chemische Anziehung bezeichnet, welche die Theile der Salzlösung zu den Wassertheilen des reinen Wassers und umgekehrt die Salztheile zu den Wassertheilen besitzen. Die ungleiche Geschwindigkeit, welche macht, daß in einer gegebenen Zeit mehr Wasser zu der Salzlösung überströmt, als Salzwasser (oder Salztheile) zu dem reinen Wasser, wird, nach Magnus, durch den ungleichen Widerstand bedingt, den die Substanz der Blase dem Durchgange oder Durchfließen der Salzlösung entgegensetzt.

So eng nun auch die Röhre sein mag, in welcher durch eine äußere Kraft Molekule in Bewegung gesetzt werden, so kann immer vorausgesetzt werden, daß der Theil derselben, welcher die Röhrenwand unmittelbar berührt, entweder nicht in Bewegung sich befindet, oder daß er nur eine geringe Ge-

*) Pogg. Ann. X p. 164.

schwindigkeit besitzt, und es muß die Ausflußgeschwindigkeit eine Function der Cohäsion, jedenfalls unabhängig von der Röhrenwand sein.

Wenn nun das Ausfließen des Wassers auf der einen Seite der Blase durch die Anziehung der Salztheilchen zum Wasser, das Ausfließen des Salzwassers auf der andern Seite durch die Anziehung der Wassertheilchen zu den Salztheilchen hervorgebracht wird, so bleibt es unerklärlich, wie sich Salzwasser und Wasser in einer und derselben Röhre mit ungleicher Geschwindigkeit in entgegengesetzter Richtung bewegen können, zwei Flüssigkeiten, von denen vorausgesetzt wird, daß sie eine Anziehung zu einander haben, d. h. mischbar mit einander sind. Diese Anziehung muß in der Röhre in gleicher Weise sich geltend machen, wie außerhalb, und man sollte demnach denken, daß, wenn beide Flüssigkeiten sich gemischt haben, die Mischung nur nach einer Seite hin mit einer mittleren Geschwindigkeit sich bewegen könnte.

Angenommen, es entstehe in den offenen Mündungen der Poren oder Röhren der Blase oder in irgend einem Theile derselben eine Mischung, so ist schwer einzusehen, warum nicht von der einen Seite Salztheile zu dem Wasser, oder Wassertheile zu den Salztheilchen in der Blase treten, da ja die beiderseitige Anziehung als gleich betrachtet werden muß. Die chemische Verwandtschaft erklärt das Ausfließen nicht.

Setzt man voraus, daß in gewissen Poren nur Salzwasser, in anderen nur reines Wasser sich bewege, so dürfte die Erscheinung nicht eintreten, wenn alle Poren mit Wasser oder Salzwasser gefüllt waren, oder wenn die Röhre mit einer doppelten, drei- oder vierfachen Blase überbunden wurde; aber die Eigenschaften der Blase zeigen sich an den feinsten

sowie an den dicksten Membranen, und eine drei- oder vierfache Lage macht im letzten Resultate keinen Unterschied*).

Welchen Einfluß die Natur der Scheidewand oder ihre Anziehung zu den sie berührenden Flüssigkeiten auf diese Erscheinung hat, ergiebt sich durch die Vergleichung der Wirkung einer thierischen Membran und einer dünnen Kautschukhaut.

In einer Röhre, welche mit Blase verschlossen und mit Alkohol gefüllt mit reinem Wasser in Berührung gebracht

---

*) Was die Ansicht betrifft, daß bei der Mischung einer Salzlösung mit reinem Wasser, wenn die beiden Flüssigkeiten durch eine Membran von einander getrennt sind, sich nur Salztheile dem reinen Wasser und nur Wassertheile der Salzlösung durch die Poren der Blase zu einander bewegen, so dürften die folgenden Versuche hierüber einigen Aufschluß geben. Der größeren Genauigkeit halber sind hierbei alle Ermittelungen durch die Waage gemacht worden. Man bediente sich hierzu des Apparates Fig. 3. Die Röhre enthielt 8,67 Grm. gesättigte Kochsalzlösung, worin 2,284 Grm. Salz und 6,38 Grm. Wasser. Nach 24 Stunden hatte dieselbe um 1,79 Grm. an Gewicht zugenommen, der Salzgehalt derselben betrug jetzt 0,941 Grm. Salz; es waren mithin 1,343 Grm. Salz ausgetreten und 3,13 Grm. Wasser eingetreten. Hiernach würden sich 1 At. Salz und 15 At. Wasser neben einander vorbeibewegt haben, was nicht möglich ist, da 1 At. Kochsalz zu seiner Auflösung 18 At. Wasser nöthig hat (10 Thle. Salz 27 Thle. Wasser). Das Gewicht des reinen Wassers in dem Gefäße betrug 19,26 Grm., das Gewicht des Salzwassers zu dem des reinen Wassers verhielt sich mithin wie 1 : 2,22. In einem andern Versuche, in welchem das Gewicht des Salzwassers in der Röhre sich zu dem des reinen Wassers in dem Gefäße wie 1 : 7,98 verhielt, hatte die Röhre mit Salzwasser um 0,822 Grm. an Gewicht zugenommen; die Flüssigkeit in dieser Röhre enthielt vor dem Versuch 0,947 Grm., nach 24 Stunden 0,148 Grm. Salz, es waren mithin eingetreten 1,621 Grm. Wasser, ausgetreten 0,799 Grm. Salz; auf 1 At. Salz, welches aus der Röhre mit Salzwasser in das Gefäß mit reinem Wasser überging, traten aus diesem zum Salzwasser etwas über 13 At. Wasser (auf 58,6 Gewichtstheile Salz = 1 At., 118 Wasser).

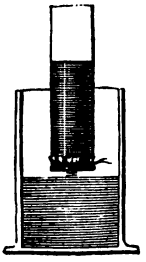
wird, vergrößert ſich das Volum des Alkohols, es tritt mehr Waſſer zum Alkohol als Alkohol zum Waſſer.

Verſchließt man dieſelbe Röhre mit einer dünnen Kautſchukhaut, ohne in der Einrichtung des Apparates irgend etwas zu ändern, ſo nimmt jetzt das Volum des Alkohols ab und das des Waſſers vergrößert ſich.

Alle Verhältniſſe der Miſchung beider Flüſſigkeiten ſind dieſelben geblieben, nur die trennende Wand macht den Unterſchied.

Wenn man eine mit Blaſe verſchloſſene Röhre, Fig. 7, mit Salzwaſſer füllt und in ein Gefäß mit Waſſer ſtellt, ſo zwar, daß die Blaſe und das Waſſer nur durch einen Tropfen mit einander in Verbindung ſtehen, ſo vergrößert ſich das Volumen des Salzwaſſers, es ſteigt in der Röhre in die Höhe, wie wenn die Blaſe in das Waſſer eingetaucht wäre, aber der Tropfen wird immer kleiner, bis nach einer oder zwei Stunden eine völlige Trennung erfolgt, der Tropfen reißt ſich von dem Waſſer los*).

Fig. 7.



Wäre die Urſache der Volumänderung in dieſem Verſuche der ungleiche Widerſtand, den die Blaſe dem Durchgange der beiden Flüſſigkeiten, bei gleicher Anziehung (gleicher Kraft) von beiden Seiten, entgegenſetzt, ſo bliebe die beſchriebene Erſcheinung unerklärlich, denn ein Widerſtand iſt

*) Gießt man in eine ¼ Zoll weite mit Blaſe verſchloſſene Röhre ſo viel Queckſilber, daß die ganze innere Oberfläche der Blaſe vollkommen damit bedeckt iſt, füllt ſie ſodann mit Salzwaſſer und ſtellt ſie in reines Waſſer, ſo vergrößert ſich das Volumen des Salzwaſſers genau ſo, wie wenn das Queckſilber nicht vorhanden wäre.

wohl vermögend, eine Bewegung zu hemmen, aber er bringt keine Bewegung hervor. Wir sehen aber, daß das Wasser in diesem Versuche in die Höhe gehoben wird, und das Zerreißen des Tropfens kann nur die Folge einer mächtigen Anziehung sein, die ihren Sitz in der Substanz der Blase hat.

Wenn die Benetzung fester Körper durch Flüssigkeiten die Wirkung einer chemischen Anziehung ist, deren Größe bei ungleichartigen Flüssigkeiten verschieden ist, so folgt hieraus von selbst, daß, wenn ein poröser Körper mit einer Flüssigkeit gesättigt ist und mit einer zweiten Flüssigkeit in Berührung gebracht wird, welche zu der Substanz desselben eine größere Anziehung besitzt, die erste Flüssigkeit von der andern, auch bei Abwesenheit alles hydrostatischen Druckes, aus den Poren verdrängt werden muß, ganz gleichgültig, ob sich die beiden Flüssigkeiten mischen oder nicht.

Man kann sich denken, daß die Anziehung der zweiten Flüssigkeit von größerer Verwandtschaft, welche die andere verdrängt, dem Drucke der Quecksilbersäule gleich ist, den man nöthig hat, um die letztere durch den porösen Körper durchfließen zu machen.

Ueberbindet man eine cylindrische Röhre an dem einen Ende mit einer sehr dünnen Membran, die durch 24stündiges Eintauchen mit concentrirter Kochsalzlösung gesättigt ist, trocknet die äußere Fläche mit Fließpapier sorgfältig ab, und gießt jetzt einige Tropfen reines Wasser in die Röhre, so daß die Blase innerhalb davon bedeckt wird, so sieht man nach einigen Augenblicken die äußere Fläche mit feinen Tröpfchen Salzwasser sich bedecken; es fließt aus den Poren der Blase Salzwasser aus.

Eine dicke mit Oel getränkte Ochsenblase verhält sich gegen Wasser auf ganz gleiche Weise. Das Oel wird aus

den Poren der Blase verdrängt durch das reine Wasser, das letztere nimmt seinen Platz ein.

Wenn die Blase mit reinem Wasser in Berührung gebracht wird, so nimmt sie eine gewisse Quantität davon auf; sind ihre Poren mit Salzwasser angefüllt, und bedeckt man die eine Seite derselben mit reinem Wasser, so mischt sich dieses mit dem Salzwasser in den offenen Poren der Blase; an der dem Wasser zugekehrten Seite der Blase entsteht ein wasserhaltiges Salzwasser, welches in Berührung mit der nächsten Schicht reinen Wassers sich mit diesem mischt, und in dieser Weise empfangen die folgenden Wasserschichten von der Blase aus eine gewisse Menge Salz.

In dem Inneren der Blase entstehen in gleicher Weise nach der Seite hin, welche der Luft zugekehrt ist, Mischungen, welche ungleich in ihrem Salzgehalte sind; wenn wir uns die Blase aus mehreren Schichten zusammengesetzt denken, so empfangen alle Schichten von der dem Wasser zugekehrten Blasenoberfläche aus eine gewisse Menge Wasser, die äußerste der Luft zugekehrte Fläche empfängt am wenigsten, sie ist die salzreichste.

Die Ursache der Mischung ist die chemische Verwandtschaft der Salz- zu den hinzutretenden Wassertheilchen, diese Kraft der Anziehung ist auf beiden Seiten gleich, aber die Anziehung der Substanz der Blase zu der wasserreicheren oder salzärmeren Flüssigkeit ist größer. In Folge dieses Unterschiedes der Anziehung der Flüssigkeiten zu der Substanz der Blase wird ein Theil der Mischung aus den Poren der Blase verdrängt, die salzärmere nimmt den Ort der salzreicheren ein, von der letztern tritt ein Theil aus und mit demselben eine gewisse Menge von demjenigen Wasser, welches sich der äußersten Schicht durch Mischung hinzugefügt hat;

es fließt Salzwasser und Wasser nach der Seite hin aus, wo sich ihrem Austreten der kleinste Widerstand entgegensetzt. Das Ausfließen nach der Seite hin, wo das reine Wasser aufgegossen wurde, wird durch die stärkere Anziehung gehindert, welche die salzärmere Flüssigkeit zu der Substanz der Blase besitzt.

Wenn auf der einen Seite der Blase das ausgetretene Salzwasser (welches Wasser aufgenommen hatte) hinweggenommen und an dessen Platz concentrirteres Salzwasser gebracht, und ebenso auf der andern Seite der Blase das verdünnte hinweggenommen und durch noch verdünnteres ersetzt wird, so wiederholt sich derselbe Vorgang. Es entsteht eine bleibende Differenz, und es stellt sich so lange ein dauernder Zustand der Mischung und des Ueberfließens ein, bis die Flüssigkeiten auf beiden Seiten eine gleiche oder nahe gleiche Zusammensetzung haben.

Denkt man sich, daß die beiden Flüssigkeiten die Scheidewand ungleich benetzen, so folgt hieraus von selbst, daß zu der chemischen Anziehung, welche die ungleichartigen Theile der Flüssigkeiten zu einander haben, in der stärkeren Anziehung der einen zu der Scheidewand eine Ursache hinzukommt, die ihre Bewegungs- oder ihre Durchgangsfähigkeit beschleunigt, was zur Wirkung haben muß, daß die eine in derselben Zeit in größerer Menge überströmt, als die andere.

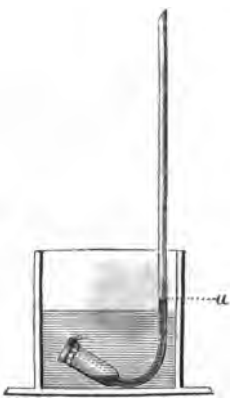
Die Versuche (Fig. 3.) versinnlichen diesen Vorgang, und zeigen überdieß, daß der Wechsel der Flüssigkeiten auf beiden Seiten der Blase durch das ungleiche specifische Gewicht derselben wesentlich bedingt ist. So lange die Differenz in der Zusammensetzung (die hier gemessen werden kann durch das specifische Gewicht) sehr groß ist, findet die Volumänderung (die Zunahme der einen und die Volumabnahme der ande-

ren) mit Schnelligkeit Statt, aber zuletzt, wenn ſie ſehr klein wird, miſchen ſich beide Flüſſigkeiten, ohne daß eine weitere Volumänderung wahrnehmbar iſt, offenbar, weil die Anziehung der Blaſe zu den Miſchungen auf beiden Seiten, obwohl ſie in ihrem ſpecifiſchen Gewicht noch verſchieden ſind, nicht mehr merklich abweicht.

Im letzten Reſultate erſcheint die Wirkung, welche verſchiedenartige Flüſſigkeiten auf die Subſtanz der thieriſchen Gewebe ausüben, in Folge welcher die Miſchung derſelben mit einer Volumänderung begleitet iſt, einem mechaniſchen Drucke gleich, der von der einen Seite her ſtärker iſt, als von der anderen.

Füllt man die Röhre, Fig. 8., welche an ihrer weiten Oeffnung mit einer Blaſe verſchloſſen iſt, mit Salzwaſſer bis *a* an und gießt alsdann in die enge Röhre ſo viel Queckſilber ein, bis durch den Druck deſſelben, Salzwaſſer durch die Poren der Blaſe in feinen Tropfen auszutreten beginnt, nimmt alsdann von der Queckſilberſäule ſo viel ab, daß das Austreten nicht weiter wahrnehmbar iſt, und ſtellt jetzt dieſe Vorrichtung in ein Gefäß mit reinem durch Indigotinctur gefärbtem Waſſer, ſo ändert ſich der Stand des Queckſilbers nicht; beim vorſichtigen Herausnehmen der Röhre aus der blauen Flüſſigkeit, nach etwa einer oder zwei Stunden, ſieht man, daß ſich in dem oberen Theile der weiten Röhre, welche das farbloſe Salzwaſſer enthielt, eine dunkelblaue Schicht gebildet hat,

Fig. 8.



die auf einer farbloſen ſchwimmt. Nach längerer Zeit ſieht man die blaue Farbe von oben nach unten ſich immer mehr verbreiten, bis zuletzt das Salzwaſſer eine gleichförmige blaue Farbe angenommen hat.

Wie hieraus leicht erſichtlich iſt, miſchen ſich dieſe beiden Flüſſigkeiten, wie wenn auf das Salzwaſſer kein Druck gewirkt hätte, denn ein mechaniſcher Druck übt keinen Einfluß auf die Miſchung aus, aber in Folge des Druckes auf die Blaſe miſchen ſie ſich jetzt ohne Volumänderung. Der mechaniſche Druck, welchen das Waſſer in Folge ſeiner größeren Verwandtſchaft zur Blaſe auf das Salzwaſſer in den Poren der Blaſe ausübt, wird durch die Queckſilberſäule im Gleichgewicht gehalten, oder was ganz daſſelbe iſt, es tritt ebenſo viel Salzwaſſer aus als Waſſer ein.

Denken wir uns die Queckſilberſäule hinweggenommen, ſo erklärt ſich das Steigen des Salzwaſſers in der engen Röhre ohne weitere Auseinanderſetzung. Ueberbindet man ein kurzes mit Salzwaſſer oder Alkohol gefülltes Röhrenſtück an beiden Enden mit Blaſe (eine Vorrichtung, die eine Zelle repräſentiren ſoll) und hängt dieſelbe in ein Gefäß mit reinem Waſſer, ſo nehmen die beiden Blaſenoberflächen eine convexe Form an, ſie ſchwellen an, aber ohne zu berſten. Wenn der durch Aufnahme von Waſſer im Inneren ſteigende Druck die Verwandtſchaft des Waſſers zur Blaſe, und damit das weitere Eindringen deſſelben im Gleichgewichte hält, ſo erfolgt jetzt der Austauſch ohne weitere Volumänderung.

Die eben beſchriebenen Erſcheinungen zeigen die meiſten poröſen Körper, wenn deren Poren ſo fein ſind, daß ein ſchwacher hydroſtatiſcher Druck durch ſie nicht fortgepflanzt

wird, sie lassen sich an Thonzellen*) (so wie sie zu den galvanischen Apparaten gebraucht werden), an der inneren Haut von Erbsen- und Bohnenschoten, feinem Bast, der Oberhaut von Weintraubenbeeren, Kartoffelknollen, Aepfeln, der inneren Haut der Samenkapsel des Blasenstrauchs ꝛc. hervorbringen, aber die thierischen Gewebe übertreffen alle anderen an Wirksamkeit. Zu ihrer ungleichen Verwandtschaft gesellt sich nämlich ein ungleiches Absorptionsvermögen für ungleichartige Flüssigkeiten, wodurch ihre Wirkung auf die Volumänderung während der Mischung verstärkt wird.

Wenn eine mit Blase verschlossene und mit Wasser gefüllte Röhre in Alkohol oder Salzwasser eingetaucht erhalten

---

*) Ich halte es für wichtig genug, bei dieser Gelegenheit hervorzuheben, daß auch poröser Thon von Salzwasser und Wasser ungleiche Volumina in seinen Poren aufnimmt. In besonders zu diesem Zweck angestellten Versuchen wurden Thonzellen (aus schwach verglühtem Porzellan) 24 Stunden in reines Wasser gelegt, nach dieser Zeit sorgfältig mit Fließpapier abgetrocknet und durch die Waage die Gewichtszunahme (die Menge des eingesaugten Wassers) bestimmt, die nämliche Thonzelle wurde sodann vollständig ausgetrocknet, dann in gesättigte Kochsalzlösung 24 Stunden gelegt, und in derselben Weise die Menge des aufgenommenen Salzwassers ermittelt. In einer zweiten Reihe von Versuchen wurden die Thonzellen eingetaucht in Salzwasser und reines Wasser, unter die Luftpumpe gebracht, und unter einem Druck von 8 Linien Manometerstand 24 Stunden stehen gelassen.

In Luft unter gewöhnlichem Druck nahmen die Thonzellen auf:

		Gewichte.		Volumina.	
		Wasser.	Salzwasser.	Wasser.	Salzw.
100 Gew.-Thle.	Thonzelle I.	15,4	14,6	15,4	12,2
» »	» II.	11,8	11,6	11,8	9,7

Im luftverdünnten Raume nahmen auf:

		Gewichte.		Volumina.	
		Wasser.	Salzwasser.	Wasser.	Salzw.
100 Gew.-Thle.	Thonzelle I.	16,5	16,8	16,5	14,0
» »	» II.	13,8	13,8	13,8	11,5

wird, so entsteht an allen Punkten, wo das Salzwasser oder der Alkohol die mit Wasser gesättigte Blase berühren, eine Aenderung in der Beschaffenheit der Blase. Wenn sich in den offenen Poren derselben der Alkohol oder das Salzwasser mit dem darin enthaltenen Wasser mischt, so vermindert sich mit dem Hinzutreten von Salz oder Alkohol zu diesem Wasser das Absorptionsvermögen der Blase für dasselbe, von der Mischung wird weniger dem Volum nach zurückgehalten, als vom reinen Wasser, d. h. es fließt Wasser nach der Seite des Salzwassers oder des Alkohols hin aus. Dieses Ausfließen ist von einer Volumänderung in der Substanz der Blase begleitet; die dem Salzwasser oder dem Alkohol zugekehrte Seite derselben zieht sich zusammen (sie schrumpft ein).

Die Oberflächen einer thierischen Haut, welche auf beiden Seiten mit zwei ungleichartigen Flüssigkeiten in Berührung ist, für welche sie ein ungleiches Absorptionsvermögen besitzt, sind in einem ungleichen Zustande des Zusammengezogenseins (Contraction). Dieser Zustand ist bleibend, so lange die Flüssigkeiten ihre Beschaffenheit nicht ändern, er hört aber auf und stellt sich wieder her, wenn durch den Wechsel des Platzes der beiden die Blasenflächen berührenden Flüssigkeiten, die ursprüngliche oder überhaupt eine dauernde Ungleichheit in ihrer Beschaffenheit herbeigeführt wird.

In allen denjenigen Fällen, wo eine dauernde Aenderung des Volums zweier Flüssigkeiten, die durch eine Membran von einander getrennt sind, während ihrer Mischung wahrgenommen wird, ist diese stets von einer dauernden Differenz in der Natur oder Beschaffenheit der beiden die Blase berührenden Flüssigkeiten begleitet, und es folgt hieraus von selbst, daß die kleinsten Theilchen der thierischen

Membran sich während der Mischung in einem aufeinander folgenden Zustande der Zusammenziehung und Anschwellung oder Ausdehnung, d. h. in einer beständigen Bewegung befinden.

Aus dem Vorhergehenden ergiebt sich, daß die Volumänderung zweier mit einander mischbaren Flüssigkeiten, welche durch Membranen von einander getrennt sind, bedingt ist von der ungleichen Benetzbarkeit oder ungleichen Anziehung, welche die Membran zu diesen Flüssigkeiten besitzt. Das ungleiche Aufsaugungsvermögen der thierischen Membran für diese Flüssigkeiten ist eine Folge ihrer ungleichen Anziehung, es ist abhängig von der verschiedenen Natur der Flüssigkeiten oder der in den Flüssigkeiten gelösten Substanzen; ein ungleicher Gehalt an gelösten Stoffen (eine ungleiche Concentration) wirkt in vielen Fällen, wie wenn die Flüssigkeiten zwei verschiedenartige Substanzen enthielten.

Obwohl die bis jetzt von Fischer (welcher diese Erscheinungen zuerst wahrnahm), Magnus, Dutrochet und Anderen angestellten Versuche und erhaltenen Resultate keine Vergleichungen zuließen, indem die hierzu angewendeten Apparate nur relative Volumänderungen anzeigten, so ist die Kenntnißnahme von einigen derselben nichts desto weniger von Wichtigkeit.

Bei Anwendung von verdünnter Schwefelsäure (1,093 spec. Gew.) und Wasser nimmt bei 10° C. das Volum der Schwefelsäure zu, besitzt die Schwefelsäure ein specifisches Gewicht von 1,054, so vergrößert sich das Volum des Wassers.

Verdünnte Weinsäure (11 krystallisirte Säure und 89 Wasser) und Wasser mischen sich durch eine Blase ohne Volumänderung, bei mehr als 11 Säure vermehrt sich das Vo-

lum der Säure, bei weniger nimmt das Volum des Waſſers zu.

Auflöſungen von Thierleim, Gummi, Zucker, Eiweiß nehmen durch eine Blaſe von Waſſer getrennt an Volum zu, und zwar iſt die Volumzunahme bei dieſen verſchiedenen Löſungen, auch wenn ſie gleiches ſpecifiſches Gewicht beſitzen, höchſt verſchieden. Bei einem ſpec. Gewicht von 1,07 beträgt die Volumzunahme bei der Leimlöſung 3, bei Gummi 5, bei Zucker 11 und bei Eiweiß 12. Wenn eine Zuckerlöſung (16 Waſſer, 1 Zucker) durch eine Blaſe von Waſſer getrennt iſt, ſo vermehrt ſich das Volum derſelben, ſetzt man der Zuckerlöſung 1 Oxalſäure zu, ſo nimmt umgekehrt das Waſſer an Volum zu, beträgt die Menge des Zuckers doppelt ſo viel, ſo miſchen ſich beide Flüſſigkeiten durch die Blaſe ohne Volumänderung. Eine Zuckerlöſung, welche von einer Löſung von Oxalſäure getrennt iſt, ſteigt in derſelben Zeit dreimal ſo hoch, als mit reinem Waſſer (Dutrochet).

Aus dieſen Verſuchen ergiebt ſich als ein ganz allgemeines Reſultat (welches übrigens einer Beſtätigung bedarf), daß eine thieriſche Membran für eine Albuminlöſung vor allen anderen Löſungen von organiſchen Subſtanzen die geringſte Aufnahms- oder Abſorptionsfähigkeit beſitzt, und daß ein ſchwacher Gehalt von Mineral- und organiſchen Säuren die Durchgangsfähigkeit von Waſſer ſowohl wie von Löſungen mancher organiſchen Subſtanzen vermehrt*).

*) Um in dieſen Verſuchen nicht zu irrigen Schlüſſen verleitet zu werden, muß man die Anwendung aller derjenigen Flüſſigkeiten vermeiden, welche die Haut in ihren chemiſchen Eigenſchaften verändern; hierzu gehören namentlich Säuren von einer gewiſſen Concentration, ſalpeterſaures Silberoxyd, Bleiſalze, Goldchlorid, Chlorzinn, Chromſäure, ſaures chromſaures Kali, Gerbſäure ꝛc. Ueberhaupt ändern ſich die Eigenſchaften der Häute ſchon im bloßen Waſſer nach eini-

Die Schnelligkeit der Miſchung zweier durch eine Membran getrennten Flüſſigkeiten hängt ab von der Dicke der Membran und ſteht in geradem Verhältniß zu der Schnelligkeit, mit welcher die in den Poren und in den beiden Flächen der Blaſe entſtehende Miſchung ihren Platz wechſelt und die urſprüngliche Differenz in der Beſchaffenheit der beiden Flüſſigkeiten ſich erneuert.

Wenn wir uns eine Röhre denken, welche durch eine Membran gebildet (einen Darm z. B.) und mit Waſſer gefüllt iſt, und vorausſetzen, daß um dieſem Darm in Folge einer mechaniſchen Kraft ein Strom von ſalzhaltigem Waſſer circulirt, ſo wird hiernach, wie aus dem Vorhergehenden erhellt, die Volumzunahme des Salzwaſſers (der Uebergang einer entſprechenden Menge Waſſers) in einer weit kürzeren Zeit erfolgen müſſen, als wenn ſich das Salzwaſſer nicht in Bewegung befände.

Die Uebergangsgeſchwindigkeit wird mit der Differenz (dem Unterſchied in dem Salzgehalt) in der Beſchaffenheit der beiden Flüſſigkeiten abnehmen, ſie wird im Anfange am größten ſein und mit der Verdünnung des Salzwaſſers (in dem Maaße als Waſſer übergegangen iſt) abnehmen.

Es muß demnach die größte Wirkung dauernd eintreten, wenn das zum Salzwaſſer übergegangene Waſſer unaufhörlich wieder entfernt, wenn alſo die Concentration des Salzwaſſers unverändert erhalten wird. Wenn wir uns hierzu denken, daß die Membran für die eine Flüſſigkeit ſchwer durchdringlich ſei, während ſie die andere leicht in ihre Poren aufnimmt, und in Betrachtung ziehen, daß dieſe

---

gen Tagen, ſie pflanzen alsdann einen weit ſchwächeren hydroſtatiſchen Druck durch ihre Poren fort und müſſen zu dieſen Verſuchen verworfen werden.

zweite Flüssigkeit bei ihrem Eintreten in die Poren der Blase, vermöge der Anziehung ihrer Wände, eine gewisse Geschwindigkeit empfängt, welche ihr gestattet, über die Punkte des Kanals oder der Poren hinauszugehen, so daß also diese Flüssigkeit die Poren ganz ausfüllt und mit der anderen außerhalb der Poren in directe Berührung gelangt, so muß, wenn diese zweite Flüssigkeit sich mit einer gewissen Geschwindigkeit an den Poren vorbei bewegt, die aufgesaugte Flüssigkeit während der Mischung ihr folgen, es muß ein rascher Uebergang dieser zweiten zu der ersten, eine wahre Aufsaugung wie durch eine Pumpe stattfinden.

Einen Apparat dieser Art in der vollkommensten Form kennen wir in dem thierischen Körper. Die Blutgefäße enthalten eine Flüssigkeit, für welche die Wände derselben im normalen Zustande weit weniger durchdringlich als für alle anderen Flüssigkeiten des Körpers sind; das Blut bewegt sich in denselben mit einer gewissen Geschwindigkeit, und es wird die Blutflüssigkeit durch einen besonderen Apparat (die Harnwerkzeuge) stets auf einem nahe gleichen Zustande der Concentration erhalten.

Der ganze Darmkanal ist umgeben mit diesem System von Blutgefäßen, und alle Flüssigkeiten, insofern sie die Fähigkeit besitzen, von den Wänden des Darmkanals und der dahinter befindlichen Blutgefäße aufgenommen zu werden, mischen sich mit Schnelligkeit dem Blute bei, das Volum des Blutes nimmt, wenn keine Ausgleichung durch die Nieren stattfindet, zu, der Darm wird von den darin enthaltenen Flüssigkeiten entleert. Die Darmzotten, durch welche dieser Uebergang vermittelt wird, von denen jede einzelne einen solchen Saugapparat darstellt, enthalten im Inneren zwei Systeme von Kanälen, die Blut- und Milchsaftgefäße;

die Blutgefäße befinden sich der äußeren auffaugenden Oberfläche am nächsten, die Milchsaftgefäße nehmen vorzugsweise die Mitte der Darmzotte ein; die in beiden circulirenden Flüssigkeiten besitzen eine sehr ungleiche Geschwindigkeit, und da sich das Blut in den Blutgefäßen weit schneller bewegt, so erklärt sich, woher es kommt, daß die Flüssigkeiten des Darms vorzugsweise (in Quantität und Schnelligkeit) in die Blutcirculation aufgenommen werden.

Der Unterschied in dem Auffaugungsvermögen der Wände des Darmkanals für Flüssigkeiten, welche ungleich in ihrem Gehalte an gelösten Substanzen sind, läßt sich mit Leichtigkeit an der Wirkung beobachten, welche Wasser und Salzauflösungen auf den Organismus ausüben.

Wenn man im nüchternen Zustande von zehn zu zehn Minuten ein Glas gewöhnliches Brunnenwasser trinkt, dessen Salzgehalt kleiner ist, als der des Blutes, so tritt schon nach dem Trinken des zweiten Glases (jedes zu 4 Unzen gerechnet) eine Quantität gefärbten Harns aus, dessen Gewicht dem Volum des genossenen ersten Glases Wasser sehr nahe gleich ist, und wenn in dieser Weise zwanzig Gläser getrunken werden, so hat man neunzehn Harnentleerungen, deren letzte farblos und in ihrem Salzgehalte nur um etwas größer als der des Brunnenwassers ist.

Macht man denselben Versuch mit einem Wasser, welches denselben Salzgehalt wie das Blut besitzt (¾ bis 1 Proc. Kochsalz), so zeigt sich keine von der gewöhnlichen abweichende Harnentleerung: es ist schwer, von diesem Wasser mehr als drei Gläser zu trinken, ein Gefühl des Gefülltseins, Druck und Schwere im Magen deuten an, daß Wasser, welches einen dem im Blute gleichen Salzgehalt be-

ſitzt, eine längere Zeit zu ſeiner Aufnahme in die Blutgefäße bedarf.

Nimmt man zuletzt Salzwaſſer zu ſich, deſſen Salzgehalt um etwas größer iſt, als der des Blutes, ſo tritt mehr oder weniger ſtarkes Purgiren ein.

Je nach dem Salzgehalt iſt die Wirkung des Salzwaſſers von dreifacher Art. Das Brunnenwaſſer wird mit größter Leichtigkeit in die Blutgefäße aufgenommen, die nur eine geringe Abſorptionsfähigkeit für Waſſer zeigen, welches einen dem Blute gleichen Salzgehalt beſitzt, ein an Salz noch reicheres Waſſer tritt nicht durch die Harnwege, ſondern durch den Darmkanal aus.

In gleicher Weiſe verhalten ſich Salzauflöſungen und Waſſer, welche in Form eines Klyſtiers in den Maſtdarm eingebracht werden. Reines Waſſer wird von den Wänden des Maſtdarms ſehr raſch aufgenommen und durch die Harnwege wieder entleert, ſetzt man dem Waſſer gefärbte oder riechende Materien zu, ſo erſcheinen dieſe mehr oder weniger verändert im Harn; bei Zuſatz von kleinen Mengen Blutlaugenſalz läßt ſich die Gegenwart deſſelben im Harn ſehr bald mittelſt eines Eiſenoxydſalzes durch die Entſtehung von Berlinerblau erkennen. Von concentrirten Salzlöſungen wird in gleichen Zeiten weit weniger aufgenommen, als von verdünnten, in den meiſten Fällen miſchen ſie ſich mit den in den Maſtdarm gelangenden feſten Stoffen und treten in der Form eines wäſſerigen Stuhlgangs wieder aus.

Nicht alle Salze wirken in dieſer Beziehung gleich; bei gleichen Gaben iſt die purgirende Wirkung des Glauberſalzes und Bitterſalzes weit größer, als die des Kochſalzes, und ihre Aufnahmsfähigkeit in die Subſtanz thieriſcher Membranen ſcheint mit dieſer Wirkung im umgekehrten Verhältniß

zu stehen. Es ist wohl kaum nöthig, besonders hervorzuheben, daß in dem beschriebenen Verhalten der Salzauflösungen auf den Organismus eine Erklärung der Wirkung der Purgirmittel überhaupt nicht eingeschlossen werden kann, das erwähnte Beispiel soll eine physikalische Eigenschaft darthun, welche einer großen Anzahl Salze gemein ist und unabhängig von der Säure und von der Base zu sein scheint; denn Chlorcalcium, Chlormagnesium, Weinstein, Seignettesalz, phosphorsaures Natron, gewisse Dosen von Brechweinstein zeigen einerlei Wirkung mit dem Kochsalz, Glaubersalz und Bittersalz, obwohl die Basen und Säuren in diesen verschiedenen Salzen nicht die nämlichen sind.

Auflösungen von Rohrzucker, Traubenzucker, Milchzucker und Gummi verhalten sich, wenn sie durch eine thierische Membran mit Wasser in Berührung sind, auf eine ähnliche Weise, wie die Lösungen der genannten Mineralsalze, ohne daß sie in dem lebenden Körper bei gleicher Concentration eine purgirende Wirkung äußern. Der Grund dieser Verschiedenheit mag darin liegen, daß die Mineralsalze bei ihrem Durchgang durch den Darmkanal und durch das Blut nicht wesentlich in ihrer Zusammensetzung geändert werden, während die erwähnten organischen Körper bei ihrer Berührung mit den Magenwänden und durch den Einfluß des Magensaftes eine sehr rasche Veränderung erleiden, wodurch die Wirkung, die sie außerhalb des Körpers zeigen, aufgehoben wird.

Da die chemische Natur und mechanische Beschaffenheit der Membranen und Häute auf die Verbreitung der Flüssigkeiten im thierischen Körper den größten Einfluß ausübt, so verdient das Verhalten jeder einzelnen in ihrer Structur abweichenden Membran oder der verschiedenen Drüsen und

Gefäßsysteme durch umsichtige Versuche erforscht zu werden, und es dürfte sich leicht ergeben, daß in der Absonderung der Milch, der Galle, des Harns, des Schweißes ꝛc. die Membranen und Zellenwände eine weit wichtigere Rolle spielen, als man denselben zuzuschreiben geneigt ist, daß ihnen neben ihren physikalischen gewisse chemische Eigenschaften zukommen, durch welche sie Zersetzungen und Verbindungen, wahre Scheidungen zu bewirken vermögen, woraus sich denn von selbst der Einfluß chemischer Agentien, von Arzneimitteln und Giften auf diese Eigenschaften ergeben wird.

Die in dem Obigen beschriebenen Erscheinungen gehören unter den Bestandtheilen des Thierkörpers den leimgebenden Gebilden nicht allein an, sie scheinen sich auf viele andere zu erstrecken, welche zu diesen nicht gerechnet werden können.

Ueberbindet man die eine Oeffnung einer cylindrischen Röhre mit etwas nassem Papier, gießt in dieselbe einige Linien hoch frisches Eiweiß und stellt sie sodann mit diesem Ende in siedendes Wasser, so gerinnt das Eiweiß, und nach Hinwegnahme des Papiers hat man eine Röhre verschlossen mit einem genau passenden Propf von Eiweiß, welcher weder Wasser noch Salzwasser ein Durchfließen gestattet. Wird diese Röhre mit Salzwasser zur Hälfte gefüllt und wie in Fig. 3 in reines Wasser gestellt, so sieht man allmälig das Salzwasser steigen; in 3—4 Tagen nimmt das Salzwasser um ¼ bis ½ an Volum zu, gerade so wie wenn die Röhre mit einer sehr dicken Membran verschlossen wäre.

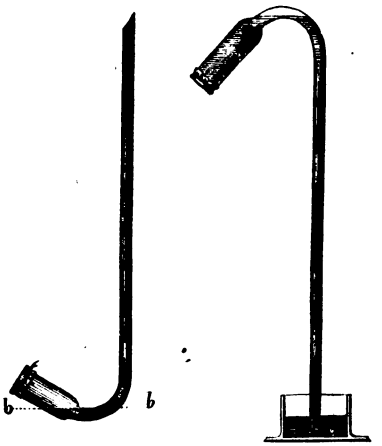
Der Einfluß der Hautverdunstung auf die Bewegung der Flüssigkeiten im thierischen Körper.

Wenn man die weite Oeffnung einer etwa 30 Zoll langen, an dem einen Ende knieförmig gebogenen und erweiterten Glasröhre mit einer nassen Ochsenblase überbindet, diese vollkommen trocknen läßt, die Röhre alsdann mit Queckſilber anfüllt und umkehrt, so daß die enge Oeffnung in einem Gefäß mit Queckſilber steht, so fällt das Queckſilber in der Röhre bis auf etwa 27 Zoll herab und es erhält sich, wenn eine fehlerfreie Blase zum Verschließen der Röhre genommen wurde, in dieser Höhe und steigt und fällt in gleicher Weise wie das Queckſilber in einem Barometer.

Durch die trockene Blase dringt in die entstandene torricelliſche Röhre keine Luft ein. Wenn man durch die gehörige Manipulation den entfernbaren Theil der noch darin enthaltenen Luft austreten läßt, so hat man in dieser Vorrichtung einen Barometer, der nicht mehr Luft enthält, als wie in einer unausgekochten, an dem erweiterten Theile zugeschmolzenen Röhre von gleicher Form und Weite enthalten ist; durch das Austrocknen der Blase sind offenbar die Poren derselben, welche dem Waſſer, Salzwaſſer, Oel oder selbst Queckſilber den Durchgang verstatteten, durch Zusammenkleben der auf einander liegenden vielleicht sich kreuzenden Häute verschloſſen, so daß die Blase für die Lufttheilchen nicht poröser ist als ein Stück Horn von gleicher Dicke.

Bringt man in den weiten Theil der Röhre in der Stellung Fig. 9 Wasser bis *b* und füllt den engen Schenkel mit Queckſilber vollkommen an und kehrt die Röhre in ein Gefäß mit Queckſilber um, Fig. 10, ſo ſieht man eine Menge feiner Luftblaſen durch die naſſe Blaſe in die Röhre treten, das Queckſilber fällt bis zu einer gewiſſen Grenze. Je nach der Dicke der Blaſe iſt die Höhe, bis zu welcher das Queckſilber in der Röhre ſtehen bleibt, ungleich, bei Anwendung einer dünnen Haut ſteht es in der Röhre niedriger als bei einer dicken, bei einer Ochſenblaſe fällt es bis auf 12 Zoll (es bleibt in der engen Röhre 12 Zoll über dem Niveau des Queckſilbers in dem Gefäße ſtehen), bei einer doppelten Blaſe auf 22 bis 24 Zoll.

Fig. 9. Fig. 10.



Wenn man die Vorſicht gebraucht, das über dem Queckſilber ſtehende Waſſer in den weiten Theil der Röhre eintreten zu laſſen, ſo daß alſo die Blaſe mit Waſſer ſtets bedeckt bleibt, ſo erhält ſich der Stand des Queckſilbers in der Röhre. Wenn die Queckſilberhöhe z. B. 12 Zoll betrug, ſo bleibt es an dieſem Punkte ſtehen, obwohl das Waſſer durch Verdunſtung unausgeſetzt abnimmt, es bleibt ſtehen, auch wenn alles Waſſer verdunſtet iſt.

Die Queckſilberhöhe in der engen Röhre iſt ein genaues Maaß für den Druck, welcher auf die Oberfläche der Blaſe

wirksam ist. Der Druck im Inneren der Röhre ist um die Höhe dieser Queckſilberſäule kleiner als der Druck der Atmoſphäre außerhalb (citirt S. 70).

Der Unterſchied im Niveau des Queckſilbers im Gefäße und der Röhre iſt die Grenze des Druckes, durch welchen Luft durch die Poren der Blaſe zu dem Waſſer eindringt, oder durch welchen die Waſſertheilchen in den Poren der Blaſe verdrängt werden durch Lufttheilchen.

Füllt man die Röhre ganz mit Waſſer an, ſtellt den engeren Schenkel in Queckſilber, während der weitere mit Blaſe verſchloſſene Theil der Röhre der Luft ausgeſetzt iſt, ſo ſteigt das Queckſilber in dem engen Schenkel und erhebt ſich zuletzt bis zu dem Punkte, wo ſein Stand gleich iſt der Höhe, die es in dem vorher beſchriebenen Verſuche einnimmt. Für jede Blaſe iſt die Steighöhe je nach ihrer Dicke verſchieden.

Wenn der Durchmeſſer der weiten mit Blaſe verbundenen Oeffnung der Glasröhre 12 Millimeter und der der engeren Röhre 1 Millimeter beträgt, ſo ſteigt das Queckſilber (bei Anwendung einer Ochſenblaſe) in einer Stunde je nach der Temperatur und dem Waſſergehalt der Luft um 22 bis 65 Millimeter.

Die Urſache des Steigens des Queckſilbers in dieſem Verſuche bedarf kaum einer beſonderen Auseinanderſetzung.

Die Blaſe iſt mit Waſſer durchdrungen, auf der einen Seite mit Waſſer bedeckt und auf der andern mit einem Raume in Verbindung, welcher mit Feuchtigkeit nicht geſättigt iſt. Das in den offenen Poren der nach der Luft zugekehrten Seite der Blaſe enthaltene Waſſer verdunſtet, der Raum, den es erfüllte, wird in den Poren der Blaſe, in

Folge ihrer Anziehung zum Wasser, durch nachdringendes Wasser eingenommen; das Volum des Wassers in der Röhre nimmt ab, es entsteht in derselben ein leerer Raum, und in Folge des äußeren Luftdruckes wird das Queckſilber in die Höhe gehoben; der Raum des verdunsteten Wassers wird eingenommen durch Queckſilber.

Wenn das Queckſilber einen festen Standpunkt erreicht hat, so ist offenbar, ehe Luft eintritt, der äußere Druck, welcher auf das Wasser in den Poren der Blase wirkt (der die Wassertheile zu verdrängen strebt), gleich der Anziehung, welche die Substanz der Blase zu den Wassertheilchen und diese zu einander besitzen. Wäre die Anziehung kleiner, so würde Luft eindringen, die Wassertheilchen würden ihren Platz nicht behaupten können. Das Steigen des Queckſilbers, oder die Bewegung des Queckſilbers nach der Oberfläche der verdunstenden Blase hin, ist eine Folge der Differenz im Luftdruck, welche bedingt wird durch die Verdunstung des Wassers, oder der die Blase durchdringenden Flüssigkeit, und die Aufsaugungskraft der Membran für diese Flüssigkeit.

Eine Hauptbedingung der Wirksamkeit einer Blase (in Beziehung auf das Steigen einer Flüssigkeitssäule) ist, daß sie sich stets in Berührung mit der Flüssigkeit befindet, denn ohne diese Berührung kann sich das Aufsaugungsvermögen derselben nicht äußern.

Durch die Verdunstung wird ein unaufhörliches Ausfließen von Wasser in der Form von Dampf nach der Seite hin, wo sich die Luft befindet, hervorgebracht und durch die capillare Wirkung der Blase wird auf der andern Seite Wasser mit einer Kraft eingesaugt und festgehalten, welche dem

Druck einer Queckſilberſäule von 12 und mehr Zollen Höhe (je nach der Dicke der Blaſe) das Gleichgewicht hält.

Da nun das Steigen des Queckſilbers eine Wirkung des Luftdruckes iſt, ſo iſt einleuchtend, daß die Höhe, bis zu welcher das Queckſilber ſich erhebt, bis zu einer gewiſſen Grenze abhängig iſt von dem Barometerſtande.

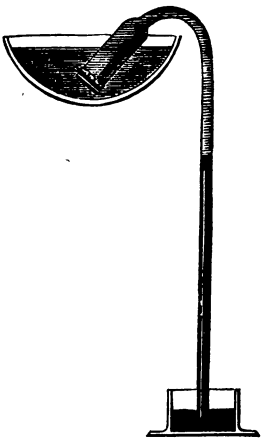
In einer Röhre, welche mit Waſſer gefüllt und mit einer Blaſe verſchloſſen iſt, deren Aufſaugungskraft dem Druck einer Queckſilberſäule von 12 Zoll Höhe gleich iſt, ſteigt das Queckſilber durch die Verdunſtung bis auf 12 Zoll, ſo lange durch den äußeren Luftdruck eine Queckſilberſäule 12 Zoll hoch gehoben werden kann. Fällt der äußere Luftdruck unter dieſe Grenze, ſo fällt das Queckſilber in der Verdunſtungsröhre um gleichviel, und wenn ſich über dem Queckſilber Waſſer befindet, ſo reißt ſich dieſes Waſſer von der Blaſe los.

Dieſe Fähigkeit der Blaſe würde hiernach in einer Höhe, in welcher der Barometerſtand 12 Zoll beträgt, noch ungeändert erſcheinen, in einer noch größeren Höhe hingegen würde ſich die Flüſſigkeit von der Membran losreißen.

In einer verdünnten Luft (vorausgeſetzt, daß ſie Feuchtigkeit aufnehmen kann), geht die Verdunſtung mit größerer Schnelligkeit von ſtatten als in einer dichteren, und es iſt demnach klar, daß in gewiſſen Höhen die Wirkung der Blaſe auf das Steigen der Flüſſigkeit raſcher iſt, als an dem Ufer des Meeres. Die Menge des verdunſtenden Waſſers ſteht in geradem Verhältniß zu dem umgebenden Raum und zu der Temperatur und der dieſer entſprechenden Tenſion der Flüſſigkeit. Wenn die Röhre, Fig. 9, mit Waſſer bis *b*, ſodann völlig mit Queckſilber gefüllt und in ein Gefäß mit Queckſilber umgekehrt geſtellt

wird, so nimmt, wie bemerkt, das Queckſilber einen feſten Standpunkt an; wenn man jetzt den weiten mit Blaſe verſchloſſenen Theil der Röhre in ein Gefäß mit Waſſer eingetaucht erhält, Fig. 11, ſo beobachtet man in kurzer Zeit ein Fallen des Queckſilbers in der engen Röhre. Wenn die Höhe der Queckſilberſäule über dem Niveau des Queckſilbers in dem Gefäße 12 Zoll betrug, ſo ſinkt es, wenn die Blaſe mit Waſſer in Berührung gebracht wird, z. B. um 3 oder 4 Zoll und bleibt auf 9 oder 8 Zoll Höhe ſtehen, ohne daß ein weiteres Sinken für die nächſten zwölf Stunden wahrnehmbar iſt. Das Sinken des Queckſilbers wird verurſacht durch Waſſer, welches durch die Blaſe in die Röhre vermöge des Druckes, welcher außerhalb größer als im Inneren der Röhre iſt, eintritt.

Fig. 11.



Um die in den Poren der Blaſe aufgeſaugten Waſſertheile durch Waſſertheile zu verſchieben, dazu hat man offenbar einen weit kleineren Druck nöthig, als um die Waſſertheile durch Lufttheilchen zu verdrängen. In dem einen Fall, wo ſich beide Flächen der Blaſe mit der Flüſſigkeit in Berührung befinden, iſt die anziehende Kraft (der Blaſe zum Waſſer und des Waſſers zur Blaſe) auf beiden Seiten gleich, in dem andern hingegen (wo die eine Seite der Blaſe mit Luft in Berührung iſt) nicht. Beſäße die Blaſe für die Lufttheilchen daſſelbe Aufſaugungsvermögen wie für Waſſer, ſo

würden die Lufttheilchen und Wassertheilchen bei gleichem Druck durch die Blase hindurchgehen; der Versuch zeigt, daß das Auffaugungs- und Durchlassungsvermögen der Blase für Luft weit kleiner ist, als für Wasser. Daher kommt es denn, daß, wenn mittelst eines gegebenen Blasenstückes, in dem Apparate, Fig. 10, Queckſilber durch Verdunstung bis auf 12 Zoll Höhe gehoben werden kann, in dem Apparate, Fig. 1, weniger wie 12 Zoll Queckſilber erforderlich ist, um das Wasser durch dieselbe Blase durchfließen zu machen.

Fig 12.

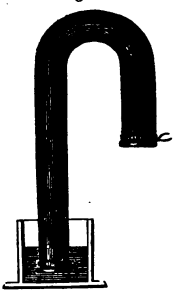
Wenn die Röhre, Fig. 12, mit Wasser gefüllt, die beiden Oeffnungen derselben mit Blase verschlossen und der Luftverdunstung ausgesetzt wird, so nehmen die Blasen in kurzer Zeit eine concave Oberfläche an, sie werden nach innen gedrückt. Wenn die Verdunstung des Wassers durch die feuchten Blasenoberflächen weiter fortschreitet, so entsteht in dem oberen Theile der Röhre ein mit Wasserdampf erfüllter luftverdünnter Raum, der sich unausgesetzt vergrößert. Die Stelle des verdunstenden Wassers wird, wie in den vorherbeschriebenen Versuchen, allmälig von Luft eingenommen, welche durch die Blase in die Röhre tritt.

Es ist evident, daß beim Eintreten der Luft in die Röhre, Fig. 12., der Druck auf die Oberfläche der Blase gleich ist der Auffaugungskraft dieser Blase. In dem Apparate, Fig. 10., hätte mit Hülfe derselben Blase eine Queckſilbersäule bis auf die Höhe von 4 — 6 — 12 und mehr Zoll (je nach der Dicke der Blase) in Folge der Verdunstung gehoben werden können.

Wenn der eine Schenkel der mit Wasser gefüllten und

mit Blase an beiden Enden verschlossenen Röhre in ein Gefäß mit Salzwasser gestellt, während der andere Schenkel der Luftverdunstung preisgegeben wird, so ist einleuchtend, daß, wenn der in Folge der Verdunstung des Wassers auf die beiden Blasenoberflächen steigende Druck der Atmosphäre den Punkt erreicht, bei welchem das Salzwasser durch die Poren der Blase hindurchfließt, daß in diesem Falle der Raum des verdunsteten Wassers eingenommen wird durch Salzwasser.

Fig. 13.



Wenn in der That das Salzwasser durch Indigotinctur blau gefärbt wird, so sieht man schon nach wenigen Stunden, daß sich innerhalb der Röhre eine blaue Schicht bildet, die sich beständig vermehrt, bis zuletzt das Gefäß mit Salzwasser sich völlig entleert, während die Röhre sich ganz mit blauem Salzwasser anfüllt.

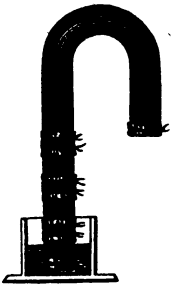
Wenn der eine Schenkel anstatt in Salzwasser in Galle eingetaucht erhalten wird, so füllt sich die Röhre mit Galle an, und wenn man zu dem Verschließen des einen Schenkels eine etwas dünnere Membran wählt, als zum Verschließen des anderen, von dem aus die Verdunstung vor sich geht, und man stellt den Schenkel mit der dünneren Blase in Oel (Knochenöl), so füllt sich die Röhre allmälig mit Oel an.

In allen diesen Fällen tritt keine Spur von Luft in das Innere der Röhre, sie bleibt mit Flüssigkeit gefüllt, so wie sie im Anfange des Versuches war.

Verbindet man die Verdunstungsröhre mittelst Kautschukröhren mit Röhrenstücken, welche mit Wasser gefüllt

und an beiden Enden mit Blase verschlossen sind, und läßt das letzte Röhrenstück in Salzwasser, Harn, Oel ꝛc. tauchen, so füllen sich allmälig alle diese Zellen, zuletzt die Verdunstungsröhren selbst, mit Salzwasser, Harn oder Oel an. Das Aufsaugungsvermögen der einen Blase, wirkt, während die ihre Poren erfüllende Flüssigkeit verdunstet (ausfließt), gleich einem mechanischen Drucke, welcher groß genug ist, um durch dünnere Membranen, welche damit in Verbindung stehen, Flüssigkeiten der verschiedensten Natur und Beschaffenheit durchfließen zu machen.

Fig. 14.



Der allgemeinste Ausdruck für diese Versuche ist der, daß alle Flüssigkeiten, welche mit einer verdunstenden Haut in Verbindung stehen, eine Bewegung nach dieser Haut hin empfangen müssen.

Die Größe dieser Bewegung steht in gradem Verhältniß zu der Schnelligkeit der Verdunstung und somit zu der Temperatur und dem Feuchtigkeitszustande der Atmosphäre.

Daß die Haut der Thiere und Hautausdünstung, so wie die Verdunstung, welche an der Oberfläche der Lunge Statt hat, einen wichtigen Einfluß auf die vitalen Vorgänge und damit auf den Gesundheitszustand ausübt, dies ist, seit die Heilkunde besteht, von den Aerzten anerkannt, aber in welcher Weise dies geschieht, ist bis jetzt nicht näher erörtert worden.

Nach dem Vorhergegangenen kann kaum ein Zweifel darüber gehegt werden, daß eine ihrer wichtigsten Functionen

in dem Antheile liegt, den ſie an der Verbreitung und Bewegung der Flüſſigkeiten des Thierkörpers nimmt.

Die Oberfläche des Körpers einer Anzahl von Thierklaſſen beſteht aus einer für Flüſſigkeiten durchdringlichen Haut, an welcher, wenn dieſe, ſo wie bei der Lunge, in Berührung ſich befindet mit der Atmoſphäre, je nach dem Feuchtigkeitszuſtande und der Temperatur der Luft unausgeſetzt eine Verdunſtung von Waſſer vor ſich geht.

Wenn man nun im Auge behält, daß jeder Theil des Thierkörpers den Druck der Atmoſphäre zu tragen hat, daß die in dem Körper enthaltenen luftförmigen und tropfbaren Flüſſigkeiten dem atmoſphäriſchen Druck einen vollkommen gleichen Gegendruck entgegenſetzen, ſo iſt klar, daß durch die Ausdünſtung der Haut und Lunge, und in Folge des Aufſaugungsvermögens der Haut für die ſie berührenden Flüſſigkeit, eine Differenz im Druck unterhalb der Oberfläche der verdunſtenden Haut entſteht. Der äußere Druck nimmt zu, und im gleichen Grade der Druck von innen nach der Haut hin. Wenn nun die Beſchaffenheit der Hautoberfläche eine Verminderung ihres Volumens, ein Zuſammendrücken (in Folge der durch die Verdunſtung ausgetretenen Flüſſigkeit) nicht zuläßt, ſo iſt klar, daß eine Ausgleichung dieſes Unterſchiedes im Druck nur von Innen nach Außen erfolgen kann, von Innen zuerſt und vorzugsweiſe von den Theilen aus, welche ſich mit der Atmoſphäre in nächſter Berührung befinden und die der Wirkung des äußeren Druckes den geringſten Widerſtand entgegenſetzen.

Es ergiebt ſich hieraus, daß die Flüſſigkeiten des Körpers in Folge der Haut- und Lungen-Ausdünſtung eine Bewegung nach der Haut und Lunge hin empfangen, welche durch die Blutbewegung beſchleunigt werden muß.

Durch dieſe Verdunſtung müſſen die Geſetze der Miſchung ungleichartiger Flüſſigkeiten, welche durch Membranen von einander getrennt ſind, weſentlich geändert werden. Der Uebergang der im Verdauungskanal löslich gewordenen Speiſe und der Lymphe in die Blutgefäße, das Austreten der Ernährungsflüſſigkeit aus den feineren Blutgefäßen, ihre gleichmäßige Verbreitung im Thierkörper, das Aufſaugungsvermögen der Membranen und Häute, welche unter dem gegebenen Druck durchdringlich ſind für die damit in Berührung ſtehenden Flüſſigkeiten, ſtehen unter dem Einfluß des Unterſchiedes im Druck der Atmoſphäre, welcher durch die Verdunſtung der Flüſſigkeiten der Haut und Lunge bedingt wird.

Die Säfte und Flüſſigkeiten im Thierkörper vertheilen ſich, entſprechend der Dicke der Gefäßwände und ihrem Durchlaſſungsvermögen für dieſe Flüſſigkeiten, gleichmäßig durch den ganzen Körper, und der Einfluß, den der Aufenthalt in einer trockenen oder feuchten Luft, in großen Höhen oder an dem Ufer des Meeres, inſofern hierdurch die Verdunſtung geſteigert oder verlangſamt wird, auf den Geſundheitszuſtand auszuüben vermag, bedarf keiner beſonderen Auseinanderſetzung, ſowie auf der andern Seite die Unterdrückung der Hautausdünſtung eine Störung in dieſer Bewegung zur Folge haben muß, durch welche ſich der normale Proceß an dieſen Orten ändert.

Der Druck, der, in Folge der Verdunſtung, die Flüſſigkeiten innerhalb des Körpers zwingt ſich nach der Haut hin zu bewegen, iſt, wie ſich von ſelbſt verſteht, gleich dem Unterſchied des Druckes, welcher auf die Hautoberfläche wirkt ſiehe (S. 62). Aus dem Verſuche Fig. 13 iſt von ſelbſt klar, daß, wenn die eine der beiden Blaſenoberflächen der

Röhre Fig. 12 der Luftverdunstung preisgegeben ist, während man die andere mit Wasser, Salzwasser oder Oel benetzt, daß diese Flüssigkeiten mit Schnelligkeit von der Haut eingesaugt (d. h. durch den äußeren Luftdruck eingetrieben) werden, und es ist nicht minder einleuchtend, daß dasselbe mit der Flüssigkeit geschieht, womit die eine der beiden verdunstenden Blasenoberflächen in der Mitte benetzt worden ist, während rings um die benetzte Stelle die Verdunstung fortdauert.

Wenn wir demnach die Oberfläche der verdunstenden Haut an irgend einer Stelle mit einer Flüssigkeit benetzen, welche davon durchdringlich ist, so wird durch den äußeren Druck die Flüssigkeit nach innen hin getrieben.

Denken wir uns irgend eine Stelle der Haut mit Fett eingerieben, so hört an dieser Stelle die Verdunstung auf. Wenn nun in der Umgebung dieser Stelle die Haut in ihrer normalen Thätigkeit sich befindet, wenn also in dieser Umgebung unaufhörlich Flüssigkeit durch Verdunstung austritt, so muß durch den ungleichen Druck, der hierdurch entsteht, das Fett nach diesen Stellen hin getrieben werden, es wird eingesaugt, sowie das Wasser in dem Apparate, Fig. 11, eingesaugt wird, wenn durch die Verdunstung eine Druckdifferenz innerhalb und außerhalb entstanden ist. Wäre die ganze Haut mit Fett bedeckt, so würde die Einsaugung durch die Lungenausdünstung bewirkt werden.

Das Aufschwellen der Haut, das Aufspringen derselben, der Sonnenbrand, welchen der Mensch in großen Höhen ausgesetzt ist, rühren von der außerordentlichen Trockenheit der Luft, der gesteigerten Verdunstung und dem Drucke her, durch den die Flüssigkeiten, welche die Gefäße anfüllen, nach der Haut hin getrieben werden. An dem Austreten des Schweißes, dem Ausflie-

ßen von Flüssigkeit aus den Poren der Haut, wirken mehrere Ursachen zusammen, eine derselben beruht offenbar auf der Geschwindigkeit, welche die durch Verdunstung oder durch eine mechanische Ursache in Bewegung gesetzte Flüssigkeit durch die gesteigerte Blutbewegung erlangt, in Folge dieser Geschwindigkeit bewegt sie sich über die Grenze der auffaugenden Haut hinaus.

Die Aenderungen des vitalen Processes, welche durch die Ungleichheit in der Verbreitung der Flüssigkeit im Thierkörper in Folge der Verdunstung bewirkt werden, sind am sichtbarsten an Thieren, welche im Wasser leben, in denen also die auseinandergesetzte Ursache der Bewegung im normalen Zustande nicht wirksam ist. Wenn ein Fisch im Wasser eingetaucht erhalten wird, so daß sich der Kopf außerhalb, der übrige Körpertheil innerhalb des Wassers befindet, so stirbt er nach wenigen Stunden; in ganz gleicher Weise tritt der Tod ein, wenn Kopf und Kiemen sich im Wasser, und der Körper außerhalb befindet (Milne Edward); in beiden Fällen, ohne daß das Thier an Gewicht verliert. Diese Thatsache giebt zu erkennen, daß, wenn auch durch Einsaugung von Wasser durch die Körpertheile, die sich in diesem Medium befinden, das Gewicht des Körpers ungeändert bleibt, so geschieht die Vertheilung der Flüssigkeiten im Körper nicht in dem Verhältniß, wie dies zur Aufrechthaltung ihrer vitalen Functionen nothwendig ist. Der Fisch stirbt.

Es bedarf wohl kaum einer besonderen Erinnerung, daß die in dem Vorhergegangenen beschriebenen Versuche, insofern sie Schlüsse auf die Ursache der Bewegung der Säfte in dem thierischen Körper gestatten, in allen Beziehungen mit den Beobachtungen übereinstimmen und zusammenfallen,

welche Stephan Hales vor mehr als einhundertundzwanzig Jahren an Pflanzen angestellt hat.

Die Versuche von Hales über die Mechanik der Saftbewegung können für alle Zeiten als Muster einer vortrefflichen Methode gelten; daß sie in diesem Augenblicke in dem Gebiete der Pflanzenphysiologie unübertroffen dastehen, mag vielleicht dadurch erklärlich gefunden werden, daß sie aus dem Zeitalter Newton's stammen; sie verdienen einer jeden Pflanzenphysiologie einverleibt zu werden.

In dem Anfange seines Werkes beschreibt Hales die Versuche, welche er über die Saftbewegung in den Gewächsen in Folge ihrer Ausdünstung an belaubten Zweigen, an abgeschnittenen Pflanzen und an solchen, die mit Wurzeln noch versehen waren, angestellt hat.

Den Einfluß des mechanischen Druckes einer Wassersäule unter und ohne Mitwirkung der Verdunstung zeigt er durch folgenden Versuch.

An einen mit seinen Blättern und kleinen Zweigen versehenen Ast von einem Apfelbaume befestigte Hales luftdicht eine sieben Fuß lange Röhre; er hielt den Ast mit seinen Zweigen und Blättern in ein großes Gefäß mit Wasser eingetaucht, und füllte die Röhre mit Wasser. Durch den Druck der Wassersäule wurde Wasser in den Ast eingetrieben und es sank das Wasser in der Röhre in zwei Tagen um 14¼ Zoll.

Den dritten Tag zog er den Ast aus dem Wasser und überließ ihn der freien Luftverdunstung; das Wasser in der Röhre fiel jetzt in zwölf Stunden um 27 Zoll.

Zur Vergleichung der Kraft, mit welcher das Wasser durch Druck allein und durch Druck und Ausdünstung zusammen durch die Gefäße des Holzkörpers getrieben wird,

verband Hales einen 6 Fuß langen belaubten, der Luft ausgesetzten Ast von einem Apfelbaume mit einer 9 Fuß langen Röhre, die mit Wasser gefüllt wurde.

In Folge des Druckes der Wassersäule und der an der Oberfläche der Blätter und Zweige vor sich gehenden Verdunstung sank das Wasser in der Röhre (XI. Versuch) in einer Stunde um 36 Zoll. Er schnitt jetzt den Ast 13 Zoll unterhalb der Röhre ab, und stellte den abgeschnittenen Theil (mit Blättern und Zweigen) aufrecht in ein Gefäß mit Wasser; dieser letztere saugte in 30 Stunden 18 Unzen Wasser auf, während durch das mit der Röhre verbundene 13 Zoll lange Holzstück nur 6 Unzen Wasser, und zwar unter dem Drucke einer Wassersäule von 7 Fuß, durchgegangen waren.

In drei anderen Versuchen zeigt Hales, daß die capillaren Gefäße einer Pflanze für sich und in Verbindung mit den unverletzten Wurzeln durch Capillaranziehung sich mit Leichtigkeit mit Wasser füllen, ohne aber die Kraft zu besitzen, den Saft ausfließen und in einem aufgesetzten Rohr steigen zu machen. Die Bewegung des Saftes gehört, so schließt er, der verdunstenden Oberfläche allein an, er beweist, daß sie von dem Stamme, den Zweigen, Blättern, Blüthen und Früchten in gleichem Grade ausgeht, und daß die Wirkung der Verdunstung in einem bestimmten Verhältniß zur Temperatur und dem Wassergehalte der Luft steht; wenn die Luft feucht war, wurde nur wenig aufgesaugt, an Regentagen war die Aufsaugung kaum bemerklich.

Das zweite Kapitel seiner Statik eröffnet er mit folgender Einleitung:

»In dem ersten Kapitel hat man gesehen, welche große Menge Flüssigkeit die Pflanzen aufsaugen und ausdünsten,

in diesem beabsichtige ich die Kraft zu zeigen, mit welcher dies geschieht.

»Da in den Pflanzen das mächtige Werkzeug fehlt, welches in den Thieren durch seine abwechselnde Ausdehnung und Zusammenziehung das Blut zwingt, durch die Arterien und Venen zu fließen, so hat die Natur sie entschädigt mit anderen wirksamen und kräftigen Hülfsmitteln, um den Saft, der sie belebt, an sich zu ziehen, zu heben und in Bewegung zu erhalten.«

In seinem XXI. Versuch entblößte er eine der Hauptwurzeln eines in voller Vegetation begriffenen Birnbaumes in einer Tiefe von 2½ Fuß, schnitt die Spitze derselben ab und verband den mit dem Stamme in Verbindung stehenden Theil der Wurzel mit einer Röhre, die er mit Wasser füllte und mit Queckfilber sperrte. Diese Glasröhre stellte die verlängerte Wurzel dar.

In Folge der Ausdünstung der Oberfläche des Baumes saugte die Wurzel das Wasser in der Röhre mit einer solchen Kraft auf, daß in sechs Minuten das Queckfilber bis auf 8 Zoll in der Röhre sich erhob (entsprechend einer Wassersäule von 9 Fuß Höhe).

Diese Kraft ist nahe gleich derjenigen, mit welcher das Blut in der großen Schenkelpulsader eines Pferdes sich bewegt. »Ich bestimmte«, sagt Hales in seinem Vers. XXXVI. »den Druck des Blutes verschiedener Thiere, indem ich sie lebend mit dem Rücken auf einen Tisch befestigte und die große Schenkelpulsader, wo sie in den Schenkel eingeht, mit Hülfe zweier kleinen Röhren von Kupfer, mit einer Röhre von 10 Fuß Länge und ⅛ Zoll innerem Durchmesser verband; das Blut eines Pferdes erhob sich in dieser Röhre

auf 8 Fuß 3 Zoll, das eines anderen auf 8 Fuß 9 Zoll, eines Hundes auf 6½ Fuß ꝛc.

Hales zeigte durch beſondere Verſuche, daß die Aufſaugungskraft, welche er an der Wurzel nachwies, auch der Stamm, daß ſie jeder einzelne Zweig, jedes Blatt und die Frucht, daß ſie jeder Theil der Oberfläche beſitzt, daß die Bewegung des Saftes von der Wurzel nach den Zweigen und Blätter fortdauert, ſelbſt wenn der Stamm von Rinde und Baſt an irgend einem Theile völlig entblößt wird, daß dieſe Kraft nicht bloß von der Wurzel nach dem Gipfel, ſondern auch von dem Gipfel nach der Wurzel hin wirkt.

Aus ſeinen Verſuchen erſchließt er das Vorhandenſein einer mächtigen Anziehungskraft, die ihren Sitz in jedem Theile der Pflanze hat.

Wir wiſſen jetzt, daß dieſe anziehende Kraft als ſolche das Queckſilber oder Waſſer in ſeinen Röhren nicht zum Steigen brachte, und aus ſeinen Verſuchen ergiebt ſich auf das Klarſte, daß das Aufſaugungsvermögen der Pflanzen, jedes Blattes, jeder Wurzelfaſer in Folge der Ausdünſtung durch eine mächtige Kraft von außen unterſtützt wird, die nichts anderes iſt, als der Druck der Atmoſphäre.

Durch die Verdunſtung des Waſſers an der Oberfläche der Gewächſe entſteht im Inneren derſelben ein leerer Raum, in deſſen Folge Waſſer und im Waſſer lösliche Gaſe mit Leichtigkeit von Außen eingetrieben und gehoben werden, und es iſt dieſer äußere Druck neben der Capillarität die Haupturſache der Verbreitung und Bewegung der Säfte.

Was das Aufſaugungsvermögen der Pflanzenoberfläche bei einem gewiſſen Drucke von Außen für Gaſe betrifft, ſo bieten ſeine Verſuche die ſprechendſten Belege dar. In ſeinem Verſuche XXII. ſagt Hales: »Die Höhe, bis zu welcher

das Queckſilber in der Röhre ſtieg, zeigt nicht die ganze Kraft, mit welcher das Waſſer aufgeſaugt wird, denn während dies geſchieht, ſieht man die ganze Schnittfläche der Wurzel (des Stammes oder der Zweige) ſich mit Luftblaſen bedecken, welche aus derſelben austretend einen Theil des Raumes, den das Waſſer einnahm, erfüllen. Die Höhe des Queckſilbers ſtand deshalb nur im Verhältniß zu dem Ueberſchuß des Waſſers, den die Pflanze mehr einſaugte, als Luft austrat. Wäre die Menge der ausgetretenen Luft gleich geweſen der Menge des aufgeſaugten Waſſers, ſo wäre das Queckſilber gar nicht geſtiegen; es iſt demnach klar, daß, wenn von 12 Volum Waſſer 9 Vol. eingeſaugt werden, während 3 Vol. Luft in die Röhre treten, daß das Queckſilber nur um 6 Volum ſteigen kann.«

Wenn in ſeinen Verſuchen die Wurzel, der Stamm oder ein Zweig an irgend einer Stelle verletzt worden war, durch das Abſchneiden von Knospen, Wurzelfaſern oder kleinerer Zweige, ſo verminderte ſich das Aufſaugungsvermögen des übrigen Theils auf eine in die Augen fallende Weiſe (weil von dieſen Stellen aus durch Eindringen von Luft der Unterſchied im Druck leichter ausgeglichen wurde); das Aufſaugungsvermögen war von ganz friſchen Schnittflächen aus am größten, an denen es ſich aber allmälig verminderte, bis es nach Verlauf von mehreren Tagen an dieſen Stellen nicht größer war, als an der unverletzten Pflanzenoberfläche.

Die Ausdünſtung iſt, ſo ſchließt Hales weiter, die mächtige Urſache, welche der Pflanze aus der Umgebung, worin ſie lebt, Nahrung zuführt; es erfolgt Krankheit und Abſterben der Pflanzen, wenn das Verhältniß der Ausdünſtung und der Zufuhr in irgend einer Weiſe geſtört und unterbrochen wird.

Wenn in heißen Sommern der Boden durch die Wurzel die Feuchtigkeit nicht ersetzen kann, welche den Tag über durch die Blätter und Oberfläche des Baumes verdunstet ist, wenn der Baum oder ein Zweig desselben austrocknet, so hört die Bewegung des Saftes an diesen Stellen auf, einmal ausgetrocknet kann durch die Capillarität allein die ursprüngliche Thätigkeit nicht wieder hergestellt werden; die Ausdünstung ist die Hauptbedingung ihres Lebens, durch sie wird eine dauernde Bewegung, ein sich stets wiederholender Wechsel in der Beschaffenheit des Saftes zu Wege gebracht.

»Vergleicht man,« sagt Hales, »die Oberfläche der Wurzeln einer Pflanze mit der Oberfläche, die sich außerhalb des Bodens befindet, so sieht man sogleich, warum die Anzahl der Zweige an einem Baume, den man versetzen will, vermindert werden muß. Nehmen wir an, daß beim Umsetzen die Hälfte der Wurzeln abgeschnitten werden muß, wie dies gewöhnlich geschieht, so kann der Baum aus der Erde nur halb soviel Nahrung als vorher einsaugen; es muß die verdunstende Oberfläche außerhalb mit der einsaugenden innerhalb der Erde in Verhältniß gebracht, d. h. verkleinert werden.«

Den Einfluß der unterdrückten Ausdünstung weißt Hales durch die folgenden Beobachtungen an Hopfenpflanzen nach.

»Der Boden eines Morgen Landes, auf welchem 9000 Hopfenpflanzen wachsen, muß diesen Pflanzen durch die Wurzeln im Juli in 12 Tagesstunden 36,000 Unzen Wasser zuzuführen vermögen. Es ist dies die Wassermenge, die sie in dieser Zeit durch Ausdunstung verlieren und die sie nöthig haben, um sich wohl zu befinden.

»So lange die Luft günstig ist, vermindert sich die Menge Wasser, welche ausdunstet, nicht; aber in feuchtem, regnerischem

Wetter, wenn es lange anhält, ohne daß trockene ſonnige Tage dazwiſchen liegen, wird die zu ihrem Gedeihen und zu ihrer Erhaltung nöthige Transſpiration unterdrückt. Der nicht in Bewegung geſetzte Saft ſtockt und verdirbt, und es erzeugt ſich Schimmel.

»Dieſer Fall ereignete ſich im Jahre 1723, während beſtändiger Regen fiel, welcher 10 — 12 Tage anhielt. Dieſer Regen begann nach einer viermonatlichen Dürre den 15. Juli Die ſchönſten und kräftigſten Hopfenpflanzen, Blätter und Früchte waren alle vom Schimmel befallen; minder kräftige entgingen dem Uebel, weil ſie kleiner waren, während die ausgedunſtete Feuchtigkeit von den kräftigſten Pflanzen in ihrem dichten Blätterwerk zurückgehalten wurde.

»Dieſer Regen, nach einer ſo langen Dürre, fand die Erde ſo erhitzt, daß die Kräuter ebenſo ſchnell wie in einem Miſtbeete wuchſen, und die Aepfel wuchſen ſo ſchnell, daß ihr Fleiſch außerordentlich weich blieb und daß ſie in größerer Quantität faulten, als ſeit Menſchengedenken nicht geſchehen war.

»Die Hopfenpflanzer wiſſen, daß, wenn der Schimmel ſich eines Theils des Feldes einmal bemächtigt hat, derſelbe ſich vermehrt und nach allen Seiten hin verbreitet, ſelbſt das Gras, ſowie alles unter dem Hopfen wachſende Unkraut wird davon ergriffen, wahrſcheinlich weil die kleinen Körner dieſer Schimmelpflanzen, welche ſchnell wachſen und bald zur Reife gelangen, durch die Luft auf der ganzen Oberfläche des Feldes verbreitet werden, wo ſie ſich vervielfältigen und manchmal das Feld mehrere Jahre hintereinander anſtecken.« —

»Ich ſah,« ſo berichtet Hales, »im Monat Juli die Ranken in der Mitte der Hopfenfelder, von einem Ende zum andern durch einen glühend heißen Sonnenſtrahl ganz ver-

brannt, und zwar nach einem heftigen Regenguß; in solchen Augenblicken sieht man oft mit bloßen Augen und besser noch mit Reflexionsteleskopen die Dämpfe in so großer Masse sich erheben, daß die Gegenstände dunkel und zitternd erscheinen. Auf dem ganzen Felde war keine Ader des Bodens trocken oder kiesig; man muß deshalb dieses Uebel einer Menge heißen Dampfes zuschreiben, die in der Mitte größer war als nach den Seiten hin; sie bildeten dort, wo sie häufiger waren, ein dichteres und demzufolge ein heißeres Medium, als nach den Seiten hin.

»Die Gärtner in London machen häufig ähnliche Erfahrungen, wenn sie nach kalten Nächten die Glasglocken, womit sie Blumenkohlpflanzen bedecken, am Tage nicht lüften und die Feuchtigkeit verdunsten lassen; denn wenn diese Feuchtigkeit sich durch die Sonnenhitze erheben will und durch die Glocke zurückgehalten wird, so bildet sie einen dichten durchsichtigen Dampf, der die Pflanze verbrüht und tödtet.«

Wenn diese Beobachtungen in unsere gegenwärtige Sprache übersetzt werden, so sieht man, mit welcher Schärfe und Genauigkeit Hales den Einfluß der Verdunstung auf das Leben der Gewächse erkannt hat.

Nach ihm ist die Entwickelung und das Gedeihen der Pflanze abhängig von der Zufuhr von Nahrung und Feuchtigkeit aus dem Boden, welche bedingt wird durch eine gewisse Temperatur und Trockenheit der Atmosphäre. Das Aufsaugungsvermögen der Pflanzen, die Bewegung ihres Saftes ist abhängig von der Ausdünstung, die Menge der aufgesaugten und zu ihrer Thätigkeit nöthigen Nahrung steht im Verhältniß zu der Menge der in einer gegebenen Zeit ausgetretenen (verdunsteten) Feuchtigkeit. Wenn die Pflanze ein Maximum von Flüssigkeit in sich aufgenommen hat und

durch eine niedrige Temperatur oder durch anhaltend feuchtes Wetter die Ausdünstung unterdrückt ist, so hört die Zufuhr von Nahrung, die Ernährung, auf, die Säfte stocken und verändern sich, sie gehen jetzt in einen Zustand über, in welchem ihre Theile und Bestandtheile zu einem fruchtbaren Boden für mikroskopische Gewächse werden. Wenn nach heißen Tagen Regen fällt, und starke Hitze ohne Wind darauf folgt, und jeder Theil der Pflanze mit einer mit Feuchtigkeit gesättigten Luft umgeben ist, so hört die Abkühlung durch weitere Verdunstung auf, die Pflanzen unterliegen dem Sonnenbrande.

Ich glaube kaum, daß nach den Erfahrungen, welche seit so langer Zeit in Beziehung auf den Einfluß der Ausdünstung, auf die Beschaffenheit der Gewächse vorliegen, irgend ein unbefangener Beobachter den geringsten Zweifel über die Ursache des großen Uebels hegen kann, welches die Landwirthschaft in den letzten Jahren betroffen hat. Wenn Hales, dieser unerreichte Beobachter und Forscher, dieses Uebel gekannt hätte, so glaube ich schwerlich, daß er es einer inneren der Pflanze angehörenden Ursache zugeschrieben haben würde, so wenig, als er daran gedacht hat, die Seite 79 erwähnte Verderbniß der Hopfenpflanzen einer individuellen Hopfenkrankheit, oder das Faulen der Aepfel einer Aepfelkrankheit zuzuschreiben. Schon Parmentier, dem man die Einführung der Kartoffeln in Frankreich verdankt, hat diese Krankheit gekannt und mit Genauigkeit beschrieben. Das Wort »Kartoffelfäule« ist den ältesten Bauern und Landwirthen schon in ihrer Jugend bekannt gewesen, es hat freilich erst in den letzten Jahren die furchtbare, die Nationalwohlfahrt scheinbar bedrohende Bedeutung gewonnen, wo die Ursachen, die

sie sonst nur örtlich zum Entstehen brachte, sich über ganze Gegenden und Länder verbreiteten. Von Hales und von hundert und mehr Jahren her bringen seine Schriften unserm Jahrhundert die tröstliche Gewißheit, daß, was vor Allem das Wichtigste ist, die Ursache dieser Verderbniß nicht in einer Entartung der Pflanze gesucht werden darf, sondern daß sie in einer Vereinigung von zufällig zusammentreffenden Bedingungen liegt, welche, wenn sie wohl erkannt und im Auge behalten werden, dem Landwirthe gestatten, ihren schädlichen Einfluß, wenn auch nicht zu vernichten, doch zu vermindern.

Die Kartoffelpflanze gehört offenbar zu derselben Klasse von Gewächsen wie die Hopfenpflanze, welche durch Stockung der Säfte in Folge der unterdrückten Ausdünstung am meisten leiden. Nach den Beobachtungen von Knight sind die Knollen nicht durch Anschwellung der eigentlichen Wurzeln gebildet, sondern durch Entwickelung einer Art unterirdischer Stengel oder Ausläufer. Durch Unterdrückung derselben sah er an den Stengeln außerhalb des Bodens Knollen sich bilden, und es ist begreiflich, daß eine jede äußere Ursache, welche auf den gesunden Zustand der Blätter und Stengel einen schädlichen Einfluß äußert, in gleicher Weise auf die Knollen wirksam sein muß. In den Gegenden, welche im Jahre 1846 die sogenannte Kartoffelkrankheit am stärksten heimsuchte, folgte auf sehr heiße Tage naßkaltes, regnerisches Wetter, und im Jahre 1847 trat im Anfang September nach einer anhaltenden Dürre, gerade in der Zeit des üppigsten Wachsthums der Kartoffeln, Regen und Kälte ein.

In den meisten Gegenden beobachtete man vor der Mitte Auguſt's an den sogenannten Frühkartoffeln keine Spur von Verderbniß, und selbst nach dieser Zeit wurden vorzugsweise niedrigge-

legene, an sich kalte oder nasse Felder davon ergriffen. An vielen Kartoffelstöcken desselben Ackers, an welchen die Setzkartoffel (sog. Mutterkartoffel) durch Fäulniß und Verwesung zerstört war, zeigten sich die vorhandenen Knollen völlig gesund, während an anderen mit Leichtigkeit wahrgenommen werden konnte, daß diejenigen nach der Seite hin angesteckt und von der Krankheit ergriffen worden waren, welche der noch vorhandenen alten Kartoffel zunächst lagen oder sie berührten.

Im Jahre 1846 starben in meinem Garten gegen Ende August alle Kartoffelpflanzen völlig ab, ehe sich ein einziger Knollen gebildet hatte, und im Jahre 1847 waren auf demselben Felde die Knollen aller Pflanzen, welche unter Bäumen und an geschützten Stellen standen, völlig faul, während an höher gelegenen, dem Luftzug mehr ausgesetzten Stellen sich keine Spur des Uebels zeigte. Die Ursache der Krankheit ist dieselbe, welche im Frühling und Herbst die Grippe und Influenza erzeugt, d. h. die Krankheit ist die Wirkung der Temperatur und des Feuchtigkeitszustandes der Luft, wodurch einer Hauptbedingung des Lebens, nämlich der Bewegung der Säfte und damit der Zufuhr an den zur Erhaltung des gesunden Zustandes nothwendigen Bedingungen aus dem Boden in Folge der Störung der normalen Transspiration plötzlich oder eine Zeit lang eine Grenze gesetzt und schädlich oder unzureichend für den Gesundheitszustand des Individiums wird *). Das ganze Bestehen einer Pflanze, der Widerstand, den sie der Einwirkung des

*) Ich fühle vollkommen, wie verfänglich es ist, den vielen Ansichten über die Ursache der sog. Kartoffelkrankheit eine seit einem Jahrhundert an Pflanzen erkannte hinzuzufügen; ich bin aber nicht zweifelhaft darüber, daß sorgfältige und gewissenhafte Beobachtungen sie bestätigen werden.

atmosphärischen Sauerstoffs entgegensetzt, ist auf's engste an die dauernde Aufrechthaltung ihrer Lebensfunktionen geknüpft, der einfache Wechsel von Tag und Nacht bringt in diesen schon einen großen Unterschied hervor; das Sinken der äußeren Temperatur um wenige Grade macht im Herbste die Blätter fallen und zieht das Absterben vieler jährigen Pflanzen nach sich. Wenn man nun in Betrachtung zieht, daß eine Pflanze, um sich zu schützen gegen äußere störende Einwirkungen, oder um die Nahrung zu suchen, die ihr fehlt, ihren Platz nicht wechseln kann, daß ihre normalen Lebensfunktionen von dem gleichzeitigen Zusammenwirken des Wassers, des Bodens, der äußeren Temperatur und des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft und dem Sonnenlichte, von vier äußeren Bedingungen abhängig ist, so sind die Störungen begreiflich, welche in Folge einer Aenderung in dem gegenseitigen Verhältniß so vieler mitwirkenden Thätigkeiten in dem Organismus der Pflanze eintreten müssen. Der Zustand einer Pflanze ist ein untrügliches Merkzeichen des Gleichgewichtes oder eines Mißverhältnisses in diesen äußeren Bedingungen ihres Lebens, und es besteht die Geschicklichkeit des kunstreichen Gärtners eben darin, daß er für jede einzelne Pflanze das richtige Verhältniß derselben kennt und herzustellen weiß.

Nur eine einzige dieser vielen Bedingungen hat der Landwirth in einem gewissen Grade in seiner Hand, und dies ist die Herstellung der für die Pflanze geeignete Bodenbeschaffenheit und seiner Zusammensetzung durch die mechanische Bearbeitung, Bewässerung oder Trockenlegung seiner Felder und durch die Düngung. Wenn einer der zu den Lebensfunktionen der Pflanze unter den gegebenen Verhältnissen nothwendigen Bodenbestandtheile fehlt, oder in unzureichen-

der Menge zugegen ist, so wird durch diesen Mangel die äußere schädliche Einwirkung verstärkt. Wäre dieser Bestandtheil in geeigneter Menge zugegen gewesen, so würde die Pflanze einen dauernden Widerstand haben entgegensetzen können; ein einziger Tag kann über das Fortleben oder Absterben einer Pflanze entscheidend sein. Eine genaue Kenntniß des Einflusses, den die verschiedenen Bodenbestandtheile an dem Krankheitszustande haben, muß den Landwirth in den Stand setzen, viele seiner Felder vor dieser Zerstörung längere Zeit zu schützen und zu bewahren, aber es ist augenfällig, daß ein Universalmittel gegen dieses Uebel nicht besteht.

Wenn die Gefäße der Pflanze mit Wasser überfüllt sind und die Saftbewegung unterdrückt ist, so hört bei den meisten Pflanzen die Ernährung auf und es tritt unausbleiblich der Tod ein.

Die Wirkung einer plötzlichen oder allmäligen Ueberfüllung gewisser Theile oder Organe der Pflanzen mit Wasser, beim Mangel einer entsprechenden Ausdünstung kennt Jedermann; durch den endosmotischen Druck des nach den Zellen hinzuströmenden Wassers, welche Zucker, Schleim, Gummi, Albumin, überhaupt lösliche Materien enthalten platzen die ihrer Reife nahen saftigen Früchte und Samen, der Saft der Trauben, Kirschen, Pflaumen ꝛc. verliert seinen Schutz und er geht jetzt durch die Einwirkung des Sauerstoffs einer fortschreitenden Veränderung entgegen. Die Pilze, welche man an der Kartoffelpflanze beobachtet hat, die Fäulniß der Knollen, sie sind nicht Merkzeichen einer Krankheit, sondern das Gefolge des Todes.

Unter die wichtigsten von Hales angestellten Versuche müssen unstreitig die über das Steigen des Frühlingssaftes

in perennirenden Gewächsen, namentlich in Reben, gezählt werden. Seine Beobachtungen sind von Allen, die sich später mit dieser Erscheinung beschäftigt haben, auf das Vollkommenste bestätigt worden, ohne daß man aber dem Grunde derselben, meiner Ansicht nach, um eine Linie näher gekommen ist. Die neuesten von E. Brücke hierüber angestellten Versuche lassen über diesen Stand unseres Wissens keinen Zweifel.

Nach Dutrochet's Behauptung sind es die Endspitzen der Wurzeln, welche de Candolle Spongiolen nennt, welche das Steigen des Frühlingssaftes bewirken, und er glaubt (L'agent immediat du mouvemement vital, Paris 1826.), daß die Kraft, mit welcher der Saft emporgetrieben wird, von der Wurzel aus wirke. Dutrochet schnitt von einer zwei Meter langen Weinrebe ein Stück ab und er sah, daß aus dem verkürzten mit der Wurzel verbundenen Stocke der Saft regelmäßig ausfloß; nachdem er die Rebe über der Erde abgeschnitten hatte, beobachtete er, daß der im Boden befindliche Theil fortfuhr, von der ganzen Schnittfläche aus Saft zu ergießen. Er verfolgte diesen Versuch, indem er immer tiefer ging, und er sah stets, daß der Saft aus den Theilen verfloß, die sich noch im Boden befanden, bis er zuletzt an die äußerste Spitze der Haarwurzeln kam, in die er denn den Ursprung der Triebkraft des Saftes verlegte.

Nach Dutrochet sind es die Ursachen zusammengenommen, welche die Erscheinungen der Endosmose bedingen, denen die eigenthümliche Thätigkeit der Spongiolen zugeschrieben werden muß.

Es lassen sich jetzt, wo man die Erscheinungen der sogenannten Endosmose genauer kennt, dieser Ansicht einige begründete Zweifel entgegensetzen. Alle Beobachter sind darüber vollkommen einig, daß die Volumzunahme einer Flüssigkeit, die von einer

zweiten durch eine poröse Scheidewand getrennt ist, bedingt wird durch einen Unterschied in der Beschaffenheit dieser beiden Flüssigkeiten. Wenn sie eine gleiche Zusammensetzung oder Beschaffenheit haben, so fehlt jede Ursache zur Mischung und zur Aenderung des Volums, da die Anziehung beider zur Scheidewand und zu einander in diesem Falle vollkommen gleich ist.

In seinen trefflichen Untersuchungen bestimmte Brücke das specifische Gewicht des aus einem Rebstock ausgeflossenen Frühlingssaftes; er fand für dasselbe bei einem Stock 1,0008, bei einem andern 1,0009*).

Diese Zahlen haben eine unwidersprechliche Beweiskraft; sie zeigen, daß das specifische Gewicht des Thränenwassers der Weinreben in keiner Weise verschieden ist von dem des gewöhnlichen Brunnenwassers oder des Wassers, was man durch gewöhnliche Gartenerde durchsickern läßt; in den meisten Fällen ist der Gehalt des Brunnenwassers an gelösten Stoffen noch größer.

Der Frühlingssaft des Weinstockes, dessen specifisches Gewicht 1,0008 betrug, hob eine Quecksilbersäule, 174 Linien hoch, übte also einen Druck aus, durch welchen eine Wassersäule 195 Zoll hoch gehoben worden wäre. Diese Steighöhe kann aus dem Unterschiede in dem Gehalte des Wassers, welches von den Wurzeln eingesaugt wurde, und des Saftes, der aus der Schnittfläche ausfloß, unmöglich erklärt werden. In dem Versuche IX. von Brücke (an einem Weinstock, dessen Saft ein spec. Gew. von 1,0009) erhob sich die Quecksilbersäule Morgens um 7 Uhr auf 209 Linien.

Niemand kann verkennen, daß die sogenannte Endosmose

*) Poggendorffs Annalen Bd. LXIII. S. 177.

an dem Steigen derjenigen Säfte, welche verhältnißmäßig reich an Zucker sind und die sich sehr wesentlich in ihrer Zusammensetzung von dem Brunnenwasser unterscheiden, in den Ahorn- und Birkenbäumen, an dem Ausfließen oder Ausschwitzen gummireicher oder zuckerhaltiger Pflanzensäfte einigen Antheil hat, aber der Druck, den ihr Saft ausübt, läßt sich nicht entfernt mit dem der Weinrebe vergleichen, wo die Ursachen, die in dem Worte Endosmose zusammengebunden werden, nicht wirksam sein können.

Es ist einleuchtend, daß die Ursache des Druckes des Frühlingssaftes eine andere vorübergehende, eine durch äußere Ursachen hervorgerufene, auf eine kurze Zeitdauer beschränkte sein muß. Der Versuch Dutrochet's, aus welchem er den Schluß zieht, daß die Ursache des Steigens in den äußersten Wurzelspitzen ihren Sitz hat, läßt sich ohne Anstand in den folgenden umkehren: Die Ursache des Ausfließens und Druckes des Saftes ist in allen Theilen der unverletzten Pflanze bis auf die äußerste Wurzelspitze hinab.

Die Jahreszeit gestattet in diesem Augenblicke nicht, über diesen Punkt Versuche anzustellen, da aber der Frühling sich nähert, so dürfte es vielleicht an seinem Platze sein, die Gründe für die Ansicht, daß die Ursache des Ausfließens des Saftes der Weinrebe eine vorübergehende ist, näher zu entwickeln, vielleicht, daß sie Veranlassung abgeben, alle Fragen, die sich an diese merkwürdige Erscheinung knüpfen, mit einemmal zu erledigen.

In seinem Versuch XXXIV. schnitt Hales einen Rebenstock 7 Zoll über dem Boden ab, und setzte auf den Stumpf Röhren von 7 Fuß Länge auf. Abwärts hatte der Stock keine Zweige.

Dies geschah am 30. März, Nachmittags 3 Uhr.

Da an diesem Tage der Stock noch keinen Saft ausfließen ließ, so goß er in die aufgesetzte Röhre Wasser ein, und zwar bis zu einer Höhe von 2 Fuß.

Dieses Wasser wurde von dem Stock eingesaugt, so zwar, daß um 8 Uhr des Abends das Wasser nur noch 3 Zoll hoch in der aufgesetzten Röhre stand.

Den Tag darauf, um 6½ Uhr des Morgens, stand der Saft 3 Zoll höher als am Abend vorher um 8 Uhr. Von dieser Zeit an fuhr der Saft fort zu steigen, bis er sich auf 21 Fuß erhoben hatte; er wäre vielleicht, meint Hales, noch höher gestiegen, wenn die Fugen der Röhren dichter gewesen wären.

Welche Ansicht man auch über die Ursache des Ausfließens und des Druckes des Saftes hegen mag, so ist es unmöglich, sich zu denken, daß die mechanische oder irgend eine andere Beschaffenheit der Wurzelfasern, Spongiolen oder der inneren Theile des Rebstockes überhaupt sich am Abend des 30. März bis zum Morgen des 31. in dem Grade geändert haben kann, daß von ihnen aus zwei durchaus entgegengesetzte Thätigkeiten ausgehen konnten.

Am Abend des 30. März wurde das aufgegossene Wasser aufgesaugt, am Morgen des 31. März wurde es mit stets steigender Kraft ausgetrieben.

In seinem Versuche XXXVII. befestigte Hales auf drei Zweige der horizontal liegenden Hauptrebe eines Spalierstocks zweischenkliche, mit Quecksilber bis zu einem bestimmten Punkte gefüllte Röhren.

Die drei Zweige erhielten ihren Saft von dem gemeinschaftlichen Hauptstamm, dieser von der Wurzel. Der erste war von dem mittleren Zweige 7 Fuß, dieser von dem

dritten 22 Fuß 9 Zoll entfernt. Die beiden äußersten Zweige waren zweijährig, der mittlere war älter.

Vom 4. bis zum 20. April stand das Queckſilber in dem offenen Schenkel, in Folge des Drucks des Saftes, höher als in dem anderen, der mit dem Stock verbunden war.

Die größte Höhe, welche das Queckſilber erreichte, war 21 — 26 Zoll.

Am 21. April, wo die Zeit des Blutens ihrem Ende näher ging, ging der Saft in dem mittleren Zweig rückwärts, er wurde eingeſaugt, und zwar ſo beträchtlich, daß das Queckſilber in dem offenen Schenkel 4 Zoll niedriger ſtand als in dem anderen. Nach einer Regennacht am 24 April ſtieg der Saft in dem letzteren wieder um 4 Zoll.

In dem Zweige nach dem Stamm hin trat der Saft zurück am 29. April, neun Tage nach dem mittleren; der dritte Zweig fing erſt am 3. Mai an, den Saft wieder einzuſaugen, dreizehn Tage nach dem mittleren.

»Wir ſehen aus dieſem Verſuche,« ſagt Hales, »daß die Urſache, welche den Saft zum Ausfließen bringt, nicht bloß von der Wurzel herkommt, ſondern daß ſie auch einer dem Stamm und den Zweigen inwohnenden Kraft angehört. Denn der mittlere Zweig folgte leichter dem Wechſel der Temperatur, der Trockenheit und Feuchtigkeit als die beiden anderen, und ſaugte den eingeſaugten Saft neun Tage vor dem einen und dreizehn Tage vor dem anderen ein, welche beide während dieſer Zeit den Saft ausſtießen, anſtatt ihn einzuſaugen. (Die Urſache des Ausfließens und Druckes war in dem älteren Zweige verſchwunden und in die entgegengeſetzte übergegangen, während ſie in den anderen jungen Zweigen noch fortdauerte.)

»Der mittlere Zweig war 3 Fuß 8 Zoll höher als der

nach dem Stamm hin. Die Queckſilberhöhen in den drei Röhren waren 14½ — 12¼ — 13 Zoll. Das Maximum 21 — 26 — 26 Zoll. Dieſe Zahlen beweiſen, daß die größere Länge des mittleren Zweiges auf den Stand des Queckſilbers in den anderen Röhren ohne bemerklichen Einfluß war.«

In ſeinem Verſuche XXXVIII. bemerkt Hales. »Durch den Einfluß einer mäßigen Temperatur und Feuchtigkeit wurde zur Zeit des Blutens die Bewegung des Saftes geſteigert, aber dieſe Kraft verminderte ſich außerordentlich und in einem Augenblick durch kalte Oſtwinde. Wenn der Wind kalt war und der Saft am Morgen bei Sonnenſchein ſtieg, ſo ſah man denſelben fallen, und zwar um 1 Zoll in der Minute, wenn die Sonne durch eine Wolke verdeckt wurde, und er fuhr fort zu fallen um mehrere Zoll, wenn die Wolke lange genug vor der Sonne ſtand, aber ſo wie dieſelbe den Sonnenſtrahlen wieder Platz machte, ſo fing der Saft wieder an zu ſteigen und er folgte dem Wechſel des Sonnenſcheins und Schattens, wie die Flüſſigkeit des Thermometers dem Wechſel der Wärme und Kälte.«

Wenn man in Erwägung zieht, daß der Saft im Frühling, auch bei bedecktem Himmel, nicht aufhört zu ſteigen und auszufließen, denn es findet ſogar in der Nacht Statt, ſo kann man das Fallen des Saftes von dem Augenblicke an, wo die Sonne durch eine Wolke verdeckt wurde, von einer einfachen Temperaturabnahme des Saftes nicht ableiten, weil die Zeit der Abkühlung und Zuſammenziehung durch Abkühlung (in einer Minute um 1 Zoll) zu kurz war. Die Wärme bedingte das raſchere Steigen, die Abkühlung das Fallen, aber ſie wirkte auf eine Urſache, welche höher lag als die Wurzel, welche empfindlicher als die Flüſſigkeit an ſich für die Wärme war.

Hales sagt in seinem Versuche XXXVIII. »Wenn das Wetter sehr warm war, so erhob sich (in der Röhre) eine so große Menge Luftblasen, daß sie 1 Zoll hohen Schaum in den Röhren an der Oberfläche des Saftes machten.« »Ich befestigte eine kleine Luftpumpe an die Oeffnung einer Röhre, in welcher der Saft 12 Fuß hoch stand; es entwickelte sich eine große Masse Luftblasen, obwohl der Saft nicht stieg, sondern im Gegentheile fiel, als ich ausgepumpt hatte.« In seinen Versuchen über die Quantität Luft, welche die Pflanzen aufsaugen. Kapitel V. erwähnt er:

»Wir haben bereits in den Versuchen über den Weinstock gesehen, daß die Luft in Menge und ohne Unterbrechung in dem Saft der Röhre in die Höhe steigt.«

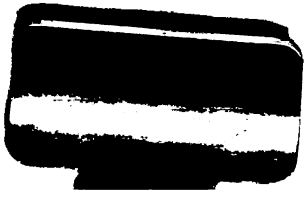
Wenn diese Thatsachen mit in Rechnung genommen werden, so erscheint die Meinung nicht unzulässig, daß die unbegreifliche Kraft, welche im Frühling den Saft der Weinrebe zum Ausfließen bringt, sich ganz einfach vielleicht auf eine Gasentwickelung zurückführen läßt, die in Folge eines Art Keimungsprocesses in den mit Flüssigkeit gefüllten und sich füllenden Capillargefäßen vor sich geht, und es ist denkbar, daß die Höhe der Queckfilbersäule oder Wassersäule nur ein Maaß für die Elasticität des entwickelten Gases ist, für den Druck, bei welchem das Gas durch die Seitenwände oder die unverletzte Oberfläche durchgetrieben wird.

Denkt man sich eine starke Glasflasche, in deren Mündung eine lange, an beiden Enden offene, bis auf den Boden reichende Röhre eingekittet ist, mit einer Flüssigkeit gefüllt, in der sich durch irgend eine Ursache ein Gas entwickelt (mit Hefe versetztes Zuckerwasser z. B.), so ist es einleuchtend, daß die Flüssigkeit in der Röhre durch das Freiwerden des Gases steigen muß; wenn sie auf 32 Fuß sich erhoben hat, so wird

das Gas nur die Hälfte, bei 64 Fuß nur ⅓ seines Volumens bei gewöhnlichem Luftdruck einnehmen, und es ist in diesem Falle die Höhe, bis zu welcher die Flüssigkeit sich erhebt, kein Maaß für eine besondere Kraft, welche von den Gefäßwänden ausgeht, sie zeigt nur die Spannung des Gases an.

Wären bei einem gewissen Drucke die Gefäßwände durchdringlich für das Gas, so würde über diese Grenze hinaus kein weiteres Steigen mehr stattfinden.

Wenn man in den Apparat (Fig. 4) die Röhre *a* durch den Kork bis auf die kleine Bleikugel schiebt, die Röhre *c* mit Wasser, dem man etwas Bierhefe zusetzt, und die Röhre *a* mit Zuckerwasser füllt und einer Temperatur von 20—24° aussetzt, so steigt die Flüssigkeit in *b* durch das in *c* sich entwickelnde Gas sehr rasch, so daß sie sehr bald überfließt. Füllt man das Gefäß *c* mit Zuckerwasser und die Röhre *a* mit Hefe an, so tritt ganz dasselbe Steigen ein, was so lange dauert, bis das entwickelte Gas die Berührung der Haut und Flüssigkeit aufhebt.

Es ist wohl kaum nöthig hervorzuheben, daß die eben geäußerte Idee über die Ursache des Ausfließens und Drucks des Frühlingssaftes nichts weiter als eine Andeutung der Richtung sein soll, in welcher Versuche angestellt werden müssen; wenn wir das Volumen der Flüssigkeit, welche aus einem Rebstocke zur Zeit des Blutens ausfließt, und die Menge Gas, die sich gleichzeitig entwickelt, mit Genauigkeit kennen, so werden wir der Erklärung dieser Erscheinung hoffentlich um einen Schritt näher gekommen sein. Nach dem von Geiger und Proust angestellten Versuche, ist das Thränenwasser der Weinrebe reich an Kohlensäure, und es ist möglich, daß das Gas, was sich entwickelt, nichts anderes als kohlensaures Gas ist.

LOCKED
CASE